enorme diversidade, que vai desde a pequena "experiência" mais virada para uma investigação do tipo fundamental e que é própria dos laboratórios universitários, até às instalações gigantescas (e.g. máquinas de fusão, lasers de grande potência), junto das quais trabalham equipas de centenas de pessoas, cientistas, engenheiros e técnicos, financiadas por numerosos organismos estaduais e consórcios internacionais.

5 — PLASMAS DE FUSÃO TERMONUCLEAR

Uma aplicação possível dos plasmas, embora num futuro ainda relativamente remoto, é a possibilidade de produção de energia por reacções de fusão nuclear controladas. Por outras palavras, trata-se de conseguir "domesticar" em laboratório as reacções de fusão nuclear dos núcleos leves de deutério e trício (isótopos do hidrogénio), das quais resulta hélio, e que constituem, quando não domesticadas, o princípio essencial do funcionamento da tenebrosa bomba H. As principais reacções são as seguintes:

reacção (d,t): $d+t \rightarrow {}^4He+n+17{,}58$ MeV

reacções (d,d): $d+d \rightarrow t+p+4{,}04$ MeV

$d+d \rightarrow {}^3He+n+3{,}27$ MeV

reacção (d, ^3He): $d+{}^3He \rightarrow {}^4He+p+18{,}34$ MeV

Na prática, para que numa colisão qualquer os núcleos venham a entrar em "contacto" e se fundam, é necessário que a sua energia cinética inicial seja suficiente para que consigam vencer a barreira coulombiana repulsiva. Para que tal aconteça é necessário "aquecer" uma mistura de deutério e trício a temperaturas da ordem de 10^7 K (i.e., KT~1 KeV), situação em que o meio se encontrará totalmente ionizado, constituindo um plasma, no sentido próprio do termo.

A concepção e realização de um reactor de fusão nuclear controlada, i.e., em que as reacções de fusão em cadeia não conduzam a uma explosão, é, no entanto, um problema duma enorme complexidade e para o qual ainda não há soluções adequadas embora os estudos prossigam desde há cerca de 30 anos. O chamado critério de Lawson, que a seguir se apresenta, permite dar uma ideia de algumas dificuldades essenciais.

Consideremos um plasma de densidade n_{el}, de temperatura T e que existe durante um intervalo de tempo τ. Para que o balanço de energia dum reactor nuclear seja positivo, i.e., para que a energia produzida pelas reacções nucleares seja superior às perdas (por radiamento, transporte, etc.), verifica-se que o produto $n_e\,\tau$ deve ser superior a um determinado valor que depende da temperatura T e do tipo das reacções nucleares. Os resultados do critério de Lawson são apresentados na figura 2, para o caso das reacções (d,d) e (d,t), para vários valores dum parâmetro η que representa o rendimento prático da conversão de energia (note-se que o valor $\eta=1/3$ é bastante optimista). Para o caso das reacções (d,d) e (d,t) as

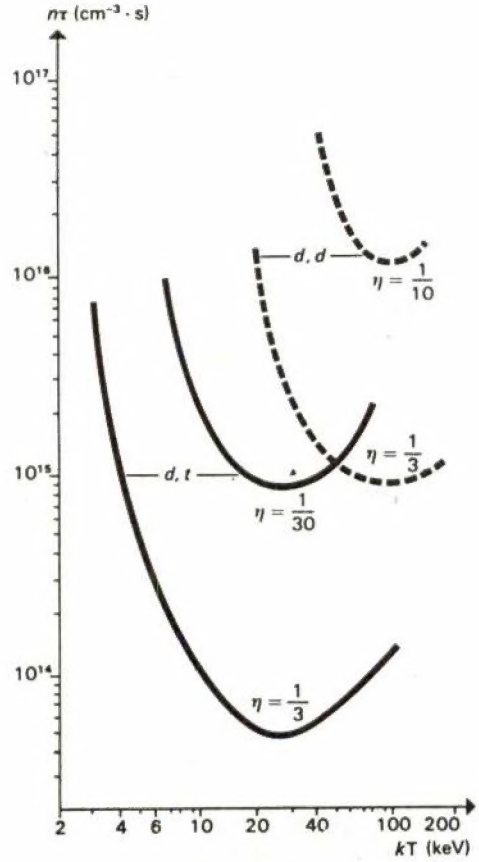


Fig. 2 — Critério de Lawson para um balanço de energia positivo num reactor de fusão nuclear usando as reacções (d,d) ou (d,t).

condições mínimas de funcionamento dum reactor serão portanto, respectivamente:

(d,d): $n_e\tau \sim 10^{15}$ cm^{-3} s; KT ~ 100 KeV (T ~ 10^9K)

(d,t): $n_e\,\tau \sim 5\times10^{13}$ cm^{-3} s; KT ~ 30 KeV (T ~ 3×10^8 K)

Para a realização destas condições é necessário resolver simultaneamente dois tipos de problemas, aliás intimamente ligados entre si; aquecer um meio a temperaturas de dezenas ou centenas de milhões de graus Kelvin; "confinamento" dum plasma de densidade n_e tão elevada quanto possível num dado volume, durante um tempo τ suficientemente grande. O aquecimento pode-se realizar de diversas maneiras, por efeito Joule (passagem de correntes muito intensas), injecção de feixes de partículas neutras de alta energia, compressão magnética, ressonâncias de ondas, ou ainda por onda de choque de compressão originada por um laser de alta potência. Quanto ao confinamento, dois métodos têm vindo a ser exaustivamente estudados: o confinamento por campo magnético, permitindo obter um plasma de densidade relativamente baixa, $n_e \sim 10^{14}$ cm^{-3}, durante um tempo relativamente longo $\tau \sim 1$ s (fusão lenta); o confinamento inercial, em que o plasma bastante denso é confinado apenas durante um tempo muito curto ($\tau < 10^{-6}$s) fixado apenas pela própria inércia da matéria que constitui o meio (fusão rápida).

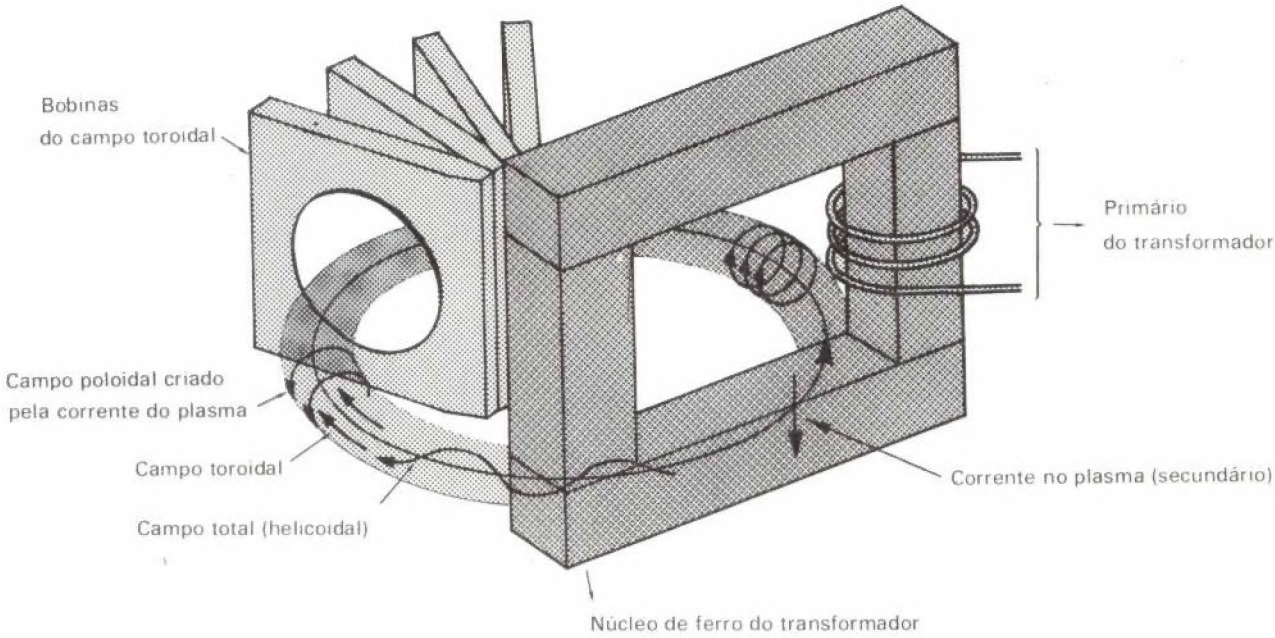


Fig. 3 — Esquema do sistema de confinamento magnético Tokamak

4.1 — Fusão lenta

Existe actualmente no mundo uma grande variedade de reactores termonucleares experimentais utilizando confinamento magnético. Sem sombra de dúvida, os reactores com melhores "perfomances" são aqueles em que o plasma ocupa um volume com a forma de um tortoro, sendo confinado por um campo magnético cujas linhas se enrolam em hélice ao longo do toro (fig. 3) — são os chamado Tokamaks. O campo magnético helicoidal é a resultante de um campo de configuração toroidal criado por um sistema de bobinas e do campo poloidal criado pela corrente que circula no próprio plasma.

As máquinas existentes, ditas de primeira geração, tais como por exemplo o TFR (Tokamak de Fontenay-aux--Roses, França), ou o PLT (Princeton Large Torus, Estados Unidos), assim como outras de menores dimensões (Alcator no Massachusetts Institute of Technology, Tokamak de Frascati, Itália, etc), permitiram aos cientistas e técnicos adquirir uma larga experiência. Os progressos realizados ao longo dos anos são bem patentes nos resultados apresentados na fig. 4. É de salientar, em particular, o enorme aumento que foi possível obter na temperatura dos iões a partir de 1975, quando se começaram a usar feixes de neutrões para aquecimento suplementar. Infelizmente, o tempo de confinamento é fortemente reduzido neste caso, devido ao aparecimento de instabilidades turbulentas cuja origem ainda não está bem esclarecida (note-se que os resultados da Fig. 4 são máximos absolutos para cada grandeza, obtidos independentemente, e muitas vezes com sacrifício, das outras). O papel nefasto das impurezas no seio do plasma, provenientes da desgasagem das paredes, ou de elementos metálicos evaporados pelo plasma, foi reconhecido e tem sido amplamente estudado. A presença de iões em impureza tais como Fe^{n+}, Mo^{n+} e W^{n+} é particularmente nociva, mesmo em concentrações que não ultrapassam 10^{-4}, devido à enorme perda de energia por radiação que originam.

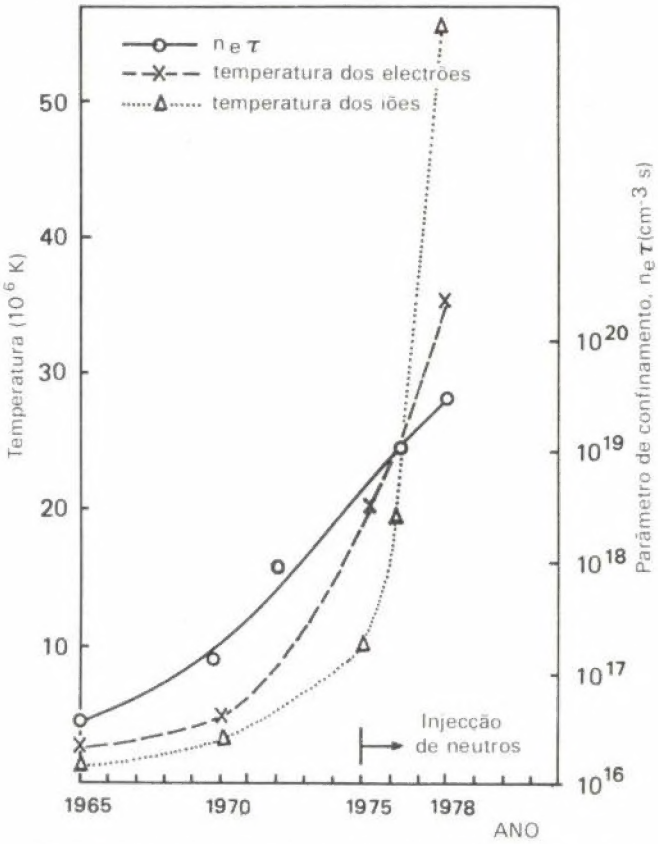
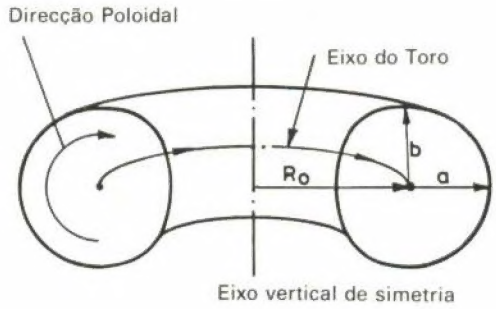


Fig. 4 — Evolução registada ao longo dos anos nos valores das temperaturas dos electrões e dos iões, e do parâmetro de confinamento $n_e \tau$, nas experiências Tokamak.



Raio menor do plasma (horizontal)=a	1,25 m	
Raio menor do plasma (vertival)=b	2,10 m	
Raio maior do plasma = Ro	2,96 m	
Razão de "aspecto" do plasma = Ro/a	2,37	
Razão da "elongação" do plasma b/a	1,68	
Duração dos impulsos (no topo)	20 s	
Peso da câmara de vácuo	108 t	
Peso das bobinas do campo toroidal	384 t	
Pedo do núcleo de ferro	2567 t	
	REGIME 1	REGIME 2
Potência das bobinas do campo toroidal (13 s de tempo de subida)	250 MW	380 MW
Campo magnético total no centro do plasma	2,77 T	3,45 T
Corrente circular no plasma	2,6 MA	3,2 MA
Potência necessária para aquecimento suplementar do plasma	10 MW	25 MW

Quadro 3 — Parâmetros característicos do Joint European Torus (JET), em construção em Culham (G.B.). Os regimes 1 e 2 referem-se, respectivamente, ao período experimental inicial e a um período subsequente em que os níveis de potência serão progressivamente aumentados até aos valores indicados.

Com a experiência adquirida foi possível passar ao projecto duma segunda geração de Tokamaks, de dimensões ainda maiores (o que em princípio permitirá aumentar sobretudo o tempo de confinamento). Estão neste momento em construção o Test Fusion Tokamak Reactor (T.F.T.R.) em Princeton, nos EUA, T.15 na URSS, J.T. 60 no Japão, e o Joint European Tornus(J.E.T.), contruído em Culham (Inglaterra) pelo EURATOM. Alguns parâmetros característicos do J.E.T. são dados no quadro 3. Os objectivos essenciais deste projecto são obter e estudar um plasma em condições e de dimensões próximas das que serão necessárias para um verdadeiro reactor de fusão. A densidade do plasma será da ordem de 10^{14} cm^{-3} e a temperatura superior a $5x10^7$ K.

Contudo, a necessidade de desenvolver estes projectos gigantescos não é unanimemente aceite pela comunidade científica. Muitos cientistas pensam que as máquinas de dimensão relativamente modesta apresentam mesmo características mais promissoras. Aliás, até agora, os maiores valores para o produto $n_e \tau$, da ordem de 3.10^{13} $cm^{-3}S$, foram obtidos com reactores bem mais modestos, como Alcator no M.I.T. e o Tokamak de Frascati. Por essa razão, estão também em estudo diversos projectos de pequenos Tokamaks, baptizados com o nome de Ignitors, tendo um raio maior de ordem de 0,70 a 1m (contra 2,96m no J.E.T. e 2,50m no T.F.T.R.) e um raio menor da ordem de 0.30, (contra 1,25m no J.E.T. e 0,85m no T.F.T.R.).

Não se deve, contudo, pensar que o problema da fusão lenta se resume hoje aos aspectos tecnológicos. Pelo contrário, é necessário ainda um grande esforço de investigação fundamental em numerosos domínios, como sejam o das instabilidades e da turbulência plasma, o da interacção de plasmas com superfícies, o do papel dos iões metálicos multicarregados no balanço de energia, etc.

4.2 — Fusão rápida

Na fusão rápida procuram-se estabelecer as condições de ignição termonuclear num meio de densidade elevada, tipicamente da ordem da densidade do estado sólido ou superior. Por exemplo, a densidade do deutério sólido é de $4,5x10^{22}$ partículas por centímetro cúbico; para este valor de densidade bastaria um tempo de confinamento da ordem de 2

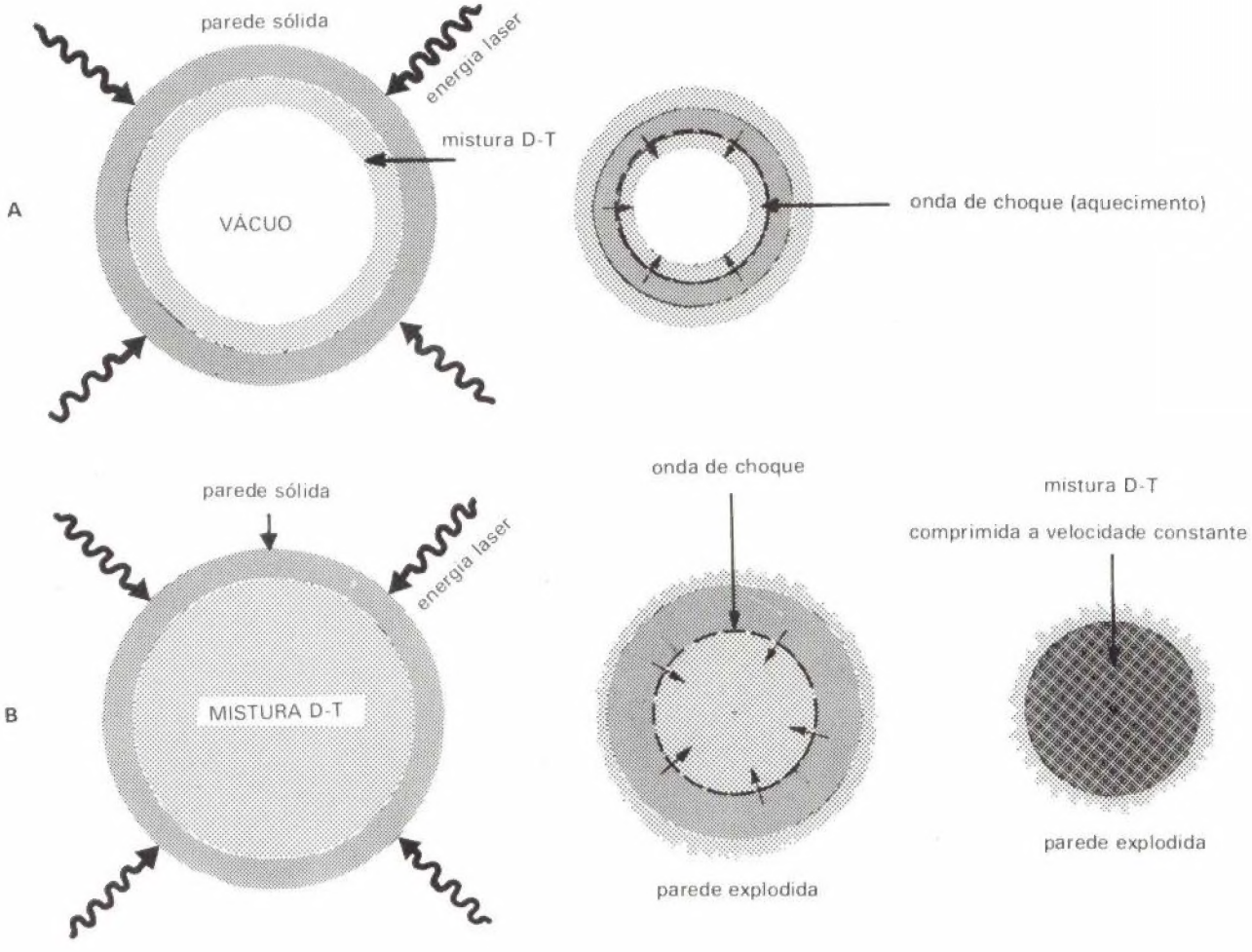


Fig. 5 — Compressão duma mistura termonuclear (fusão inercial), aquecida por onda de choque: A — Sistemas em "concha esférica"; B — Sistema de "parede explodida".

nanosegundos para atingir o valor crítico do produto $n\tau$. Contudo, para as fortes pressões em jogo, o meio só pode ser confinado durante um tempo que é fixado pela sua própria inércia. Se considerarmos que o meio ocupa um volume esférico, que a sua temperatura é 10KeV e que o confinamento cessa quando uma onda de descompressão partida da periferia atinge a região central, é necessário um raio mínimo de 2mm para que o tempo de confinamento seja de 2 nanosegundos. No entanto, para aquecer uma pequena esfera de deutério, ou deutério e trício, com este raio, às temperaturas pretendidas, é necessária uma energia de alguns megajoules, a fornecer num intervalo de tempo inferior a um nanosegundo; logo, seria necessário uma potência da ordem de 10^{16} watts. Uma fonte com tal potência não existe, contudo, e para reduzir o nível de potência exigido são necessárias algumas astúcias. Primeiro, aumentar a densidade e assim reduzir o tempo de confinamento necessário (o que equivale a reduzir a dimensão da esfera): é necessário comprimir o meio até valores de densidade vários milhares de vezes superiores à do estado sólido. Segundo, aumentar o tempo de confinamento real, em relação ao fixado pelo trânsito da onda de descompressão, envolvendo o meio por uma parede de material denso. Consegue-se trazer a energia necessária até valores da ordem de alguns Kilojoules.

A ideia central na fusão rápida é, assim, a de usar uma mistura termonuclear adequada (e.g. deutério e trício) a muito alta pressão, num volume de muito pequenas dimensões, o qual é bombardeado por Lasers ou por feixes de partículas (electrões relativistas, iões) de muito alta energia, em impulsões extremamente curtas. O papel principal do laser ou do feixe de partículas consiste em produzir uma onda de choque que comprime fortemente o meio e o aquece. O laser ou o feixe não aquecem directamente o meio mas sim os efeitos ligados à compressão brutal (cf. Fig. 5 e 6).

Apesar das reduzidas dimensões dos alvos que são bombardeados, as instalações para a investigação sobre a fusão rápida não deixam, no entanto, de ser gigantescas. O gigantismo está aqui materializado no equipamento necessário para produzir os lasers ou os feixes de partículas. No campo das realizações práticas, os Estados Unidos têm, neste momento, um importante avanço neste domínio — o que não é de estranhar, visto que o desenvolvimento de lasers e de feixes de partículas de alta energia interessa de sobremaneira

	Energia	Comprimento de onda	Duração típica dos impulsos
SHIVA Lawrence Livermore National Laboratory	4 KJ	1,06μm	100 ps - 5 ns
OMEGA Lab. for Laser Energetics Rochester	3 KJ	1,06 - 0,35μm	400 ps
NOVA (1983) Lawrence Livermore National Laboratory	150 KJ	1,06-0,53-0,35μm	100 ps - 10 ns

Quadro 4 — Características dos lasers de vidro dopado com Neodímio usados em três experiências piloto sobre fusão laser nos Estados Unidos.

aos militares. Três experiências de grande envergadura estão neste momento em curso, ou em fase de instalação: Shíva e Nova, no Lawrence Livermore National Laboratory, a segunda prevista a partir de 1983; Omega, no Laboratory for Laser Energetics Rochester. Indicam-se no quadro 4 as características das impulsões Laser destas experiências. Note-se que se trata nos três casos de Lasers de vidro dopado com Neodímio, que emitem no comprimento de onda principal de 1,06 μm e nos submúltiplos 0,53 um, 0,35 um e 0,26 μm. A instalação Shiva, por exemplo, é constituída por 20 feixes laser de cerca de 500 J cada, o

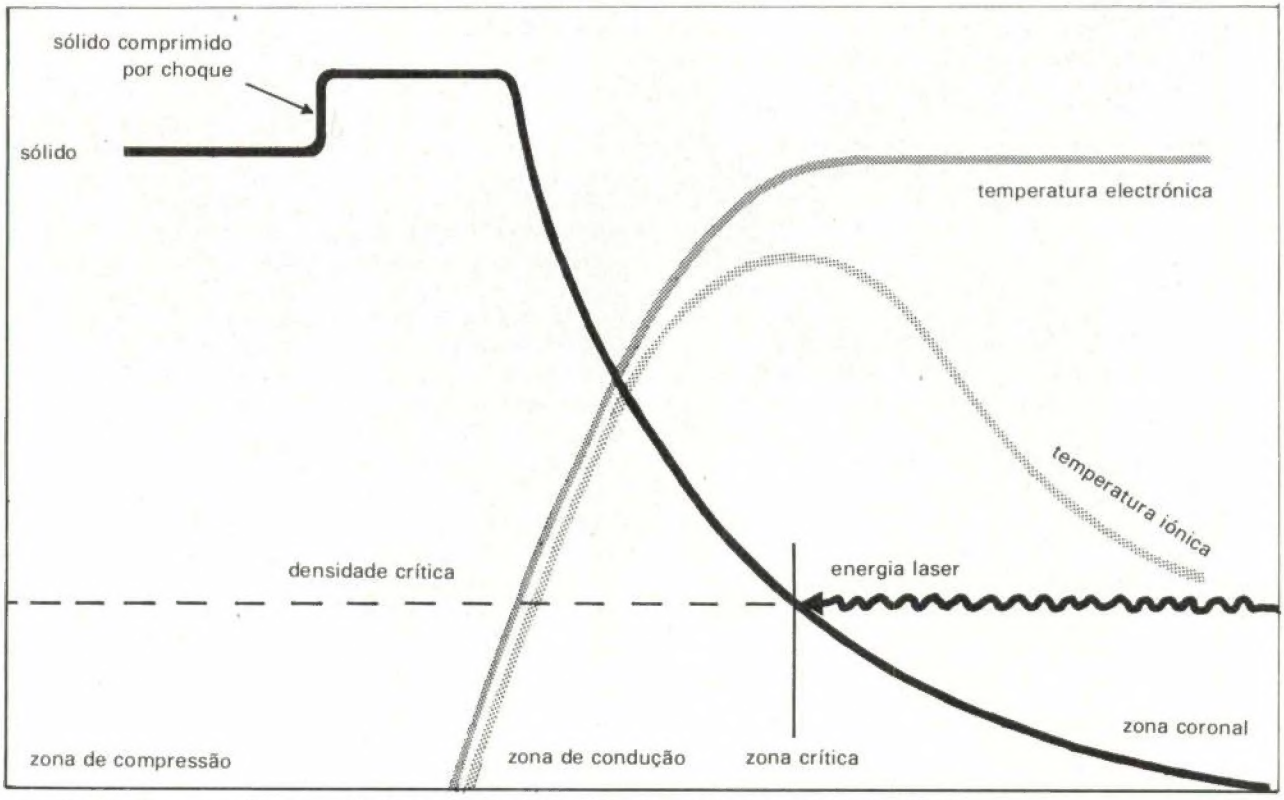


Fig. 6 — Perfil esquemático de variação da densidade da mistura termonuclear e das temperatura electrónica e iónica, numa experiência de fusão laser. Distinguem-se quatro zonas típicas: **zona coronal** — fraca absorção, clássica; **zona crítica** — forte absorção da energia do laser, não clássica; **zona de condução** — aquecimento do meio por condução térmica da energia absorvida do laser e criação dum forte gradiente de pressão; **zona de compressão hidrodinâmica.**

que permitirá, em princípio, atingir uma energia da ordem dos 10 KJ e uma potência da ordem dos 10^{13} - 10^{14} W (note-se que os valores indicados no quadro representam os níveis já atingidos). Outras instalações existem nos EUA, mas, em geral, estão envolvidos no mais rigoroso segredo, devido às suas evidentes aplicações militares. Um enorme secretismo reina igualmente do lado soviético, pela mesma razão; sabe-se que uma instalação contando 216 feixes laser estava em construção no Instituto Lebedev, em Leninegrado.

A experiência acumulada na via da Fusão Laser mostra que há todo o interesse em trabalhar com Lasers de curto comprimento de onda, no domínio visível ou ultravioleta, a fim de aumentar a absorção da energia da radiação Laser pela bola de plasma que se forma diante do alvo durante a irradiação (cf - Fig. 6). Uma demonstração espectacular deste facto foi dada há cerca de 2 anos por uma equipa da École Polytechnique (Palaiseau, França) que conseguiu obter cerca de 10^5 neutrões de origem termonuclear com um laser de apenas 3 joules e 0,26 μm de comprimento de onda. Nesta conformidade, os lasers de CO_2 que funcionam a 10,6 μm, parecem definitivamente postos de parte na via da Fusão Laser, muito embora sejam actualmente os mais potentes e de rendimento mais elevado. O mesmo acontece com o Laser de Iodo (1,3 μm) que durante algum tempo se pensou usar para estes fins.

Assim, os Lasers de Neodímio a $\lambda \sim 0{,}26$ μm conservam por enquanto todo o interesse para este tipo de investigação, muito embora o seu muito fraco rendimento (0,1%) os torne inadequados para uma verdadeira central de Fusão Laser. Por esta razão, tem-se assistido nos últimos anos a um grande incremento da investigação para desenvolver outros tipos de Laser, no domínio visível e UV, e com elevado rendimento. Os mais promissores entre estes parecem ser os Laser de excímeros e de exciplexos, em particular, o de fluoreto de Kripton (KrF) cujo comprimento de onda é 0,248 μm e com rendimento superior a 5%. Nestes lasers o meio activo é constituído por uma mistura de gases a uma pressão total de várias atmosferas e a emissão laser é obtida após ionização desta mistura (que provoca inversões de população entre determinados estados quânticos). O meio activo é, portanto, um plasma, embora o seu grau de ionização seja relativamente baixo. Não é pois de estranhar que a Física dos plasmas fracamente ionizados tenha conhecido um desenvolvimento espectacular nos últimos anos, constituindo-se mesmo como uma espécie de domínio autónomo a que se costuma chamar "Electrónica em Gases". A ele nos referiremos um pouco no parágrafo seguinte.

Para terminar estas breves considerações sobre a fusão inercial, convem esclarecer, no entanto, que a via mais promissora neste campo parece ser, no momento presente, o bombardeamento dos alvos, não com lasers, mas sim com feixes de partículas carregadas, em especial iões de massa atómica intermédia, tais como azoto e oxigénio. Feixes intensos de iões com energias de 100 KeV a 1 MeV estão neste momento a ser desenvolvidos quer nos Estados Unidos, quer na União Soviética. Nos Sandia National Laboratories e no Naval Research Laboratory, em Washington, está em construção um reactor nuclear experimental constituído por um conjunto de feixes de iões com uma energia total de 4×10^6 joules, em impulsos de 10 a 30 nanosegundos (acelerador PBFA II).

Tal como no caso da Fusão lenta, também a Fusão inercial suscita numerosos problemas de Física fundamental ainda mal compreendidos, como e.g., a transferência de energia e momento do laser para o meio, fenómenos não lineares associados com o acoplamento entre a radiação electromagnética de alta potência e as oscilações e modos próprios do plasma, propriedades dos estados superdensos da matéria ,etc.

5. ELECTRÓNICA EM GASES. LASERS A PLASMA

Na última década o estudo dos meios gasosos fracamente ionizados, i.e. em que a densidade dos electrões e dos iões é muito inferior à dos átomos ou moléculas neutros (tipicamente $< 10^{-4}$), conheceu um enorme desenvolvimento, passando a constituir um dos principais domínios de interesse na Física dos plasmas. Podem-se indicar algumas movitações que justificam um tal interesse: desenvolvimento de lasers a plasma, como já referimos; compreensão aprofundada da fenomenologia e da composição química de certos plasmas naturais, como as atmoferas planetárias acima de determinadas altitudes, a fotoesfera e a coroa solar, o gás interestelar e os sítios de formação das estrelas, etc; o estudo teórico e experimental, em plasmas de laboratório, de reacções entre diversas espécies atómicas e moleculares, neutras ou ionizadas, permitindo sintetizar compostos químicos de interesse ou analisar os mecanismos de formação de moléculas e de agregados moleculares complexos nos plasmas naturais; numerosas aplicações de grande interesse tecnológico na actualidade, como a gravura a plasma para dispositivos electrónicos, a fabricação de células solares, o tratamento de superfícies, etc.

Com generalidade, a electrónica em gases tem por objecto o estudo dos mecanismos de transporte e dos processos colisionais de transferência de energia dos electrões e dos iões "imersos" num determinado meio gasoso. Em particular, na presença de campos eléctricos aplicados, os electrões, devido à sua pequena inércia, podem ser consideravelmente "aquecidos" e transferir, por via de colisões, parte da energia que absorvem do campo para os átomos neutros, criando numerosos estados excitados. Estes, por sua vez, podem-se desexcitar emitindo radiação, ou ainda, em certos casos, transferir a sua energia de excitação para outra espécies, através de numerosos canais de reacção possíveis. São estes mecanismos físicos de base que explicam o funcionamento quer dum objecto tão familiar como uma lâmpada fluorescente, quer doutros tão aparentemente complicados como um laser de CO_2 ou de KrF. São ainda mecanismos deste tipo que explicam a radiação solar, ou a complicada química que se desenvolve na alta atmosfera e nas nuveus do espaço interestelar, onde electrões livres de energia elevada são continuamente criados por ionização devido aos raios cósmicos e raios X que viajam pelo Universo.

Do ponto de vista da teoria, a electrónica em gases constitui, portanto, um ponto de confluência de vários domínios da Física. Citemos apenas os mais importantes: por um lado a Mecânica Estatística e a Teoria Cinética, para o estudo das funções de distribuição de energia das partículas, dos coeficientes de transporte, etc; por outro, a Física Atómica e Molecular e a Teoria das Colisões ambas apoiadas, como se sabe, na Mecânica Quântica. Este carácter transdisciplinar é, por exempo, bem posto em evidência na modelização teórica dum plasma de Laser. Limitar-nos-emos, assim, no seguimento, a referir alguns aspectos significativos dos lasers a plasma, escolhendo, para o efeito, alguns exemplos típicos.

Para se obter uma emissão laser é necessário criar uma inversão de população entre dois estados quânticos, opticamente ligados entre si, dum átomo, duma modécula, ou de um radical qualquer. Quer isto dizer que, se considerarmos dois estados quânticos quaisquer $|i\rangle$ e $|j\rangle$, cujas energias são E_i e E_j, em que $E_i > E_j$, é necessário que a população do estado de maior energia, $|i\rangle$, seja maior que a do de menor energia, $|j\rangle$. Tal situação nunca pode ocorrer num meio em equilíbrio termodinâmico, mas pode ser criada artificialmente, num meio fora de equilíbrio, desde que haja mecanismos selectivos que consigam povoar preferencialmente o estado superior da transição laser, $|i\rangle$, enquanto outros despovoam preferencialmente o estado inferior, $|j\rangle$. Fala-se então de "bombagem" do estado superior da transição. Esta pode ser realizada, com alguma facilidade, numa mistura de gases ionizados (e.g. numa descarga eléctrica), através de colisões dos electrões ("quentes") com os átomos ou moléculas, e/ou através de transferências de excitação selectivas por colisões entre os átomos e/ou as moléculas.

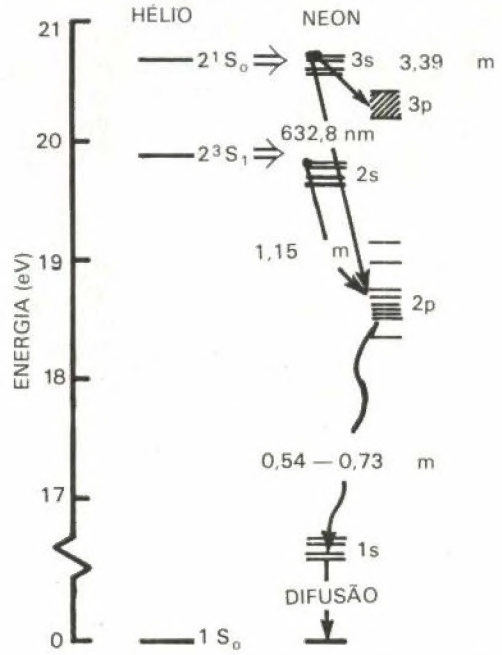


Fig. 7 — Laser He-Ne: bombagem dos níveis laser superiores a partir das transferências de excitação He (2^1S; 2^3S) = Ne (^1S) e transições laser mais importantes (3,39 m, 1,15 m, 632,8 nm).

Assim, por exemplo, no laser de He-Ne (cf. fig. 7), o primeiro laser a plasma criado, e de uso muito corrente, a radiação laser é emitida pelos átomos do Ne, sendo os estados superiores das transições (há várias possíveis) povoados preferencialmente por transferência de excitação a partir de dois estados do He de longa duração de vida (estados He (2^3S) e He (2^1S), que são eficazmente povoados por colisões electrónicas.

Esquematicamente, estas reacções podem-se escrever

$$He\ (2^3S, 2^1S) + Ne\ (^1S) \rightarrow He\ (^1S) + Ne\ (|i\rangle)$$

No laser de N_2 -CO_2 (cf. fig. 8) a bombagem do nível laser superior — estado de vibração $v_3=1$ do modo de vibração assimétrico da molécula CO_2 — efectua-se, em grande parte, por meio duma transferência de excitação vibracional a partir do estado de vibração v=1 da molécula N_2, segundo a reacção

$$N_2\ (v=1) + CO_2\ (00^0O) - N_2\ (V=0) + CO_2\ (00^01)$$

Por seu turno, o estado N_2 (v=1) é eficazmente povoado a partir de N_2 (v=0) por colisões electrónicas.

No entanto, a definição e a optimização das condições de funcionamento dum laser exigem cálculos extremamente complicados, visto ser necessário calcular as funções de distribuição de energia dos electrões (que estão muito longe de ser Maxwellianas), a potência transferida dos electrões para as partículas neutras pelos diferentes canais de colisão (o que exige o conhecimento duma quantidade enorme de dados de Física Atómica e Molécular sobre os processos de colisão), e ajustar todos os parâmetros por forma a se conseguir o resultado pretendido: maximizar a fracção da potência usada na instalação que é gasta na bombagem do nível superior.

Seria fastidioso e despropositado mencionar aqui todos os tipos de laser a plasma existentes e explicar, ainda que sumariamente, os seus mecanismos de funcionamento. Mencionemos apenas alguns que são, hoje em dia, objecto de estudos mais intensivos, por se situarem na banda visível ou UV do espectro e por terem alto rendimento:

Dímeros de gás raro: Xe_2 (1720 Å)
Kr_2 (1457 Å)
Ar_2 (1261 Å)

Halogenetos de gás raro: KrF (2480 Å)
XeCl (3080 Å)
Ar F (1930 Å)

Halogetos de mercúrio: HgBr/HgBr2 (5020Å)

Interhalogenetos: IF (4727 — 4965Å)

As aplicações destes lasers são múltiplas: Fusão Laser, fotolitografia U.V., deposição fotoquímica de vapores, fotossíntese (e.g. vitamina D), espectroscopia, tratamento e processamento de materiais, e, infelizmente, também militares.

6. INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA DOS PLASMAS NO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

A investigação em Física dos Plasmas em Portugal

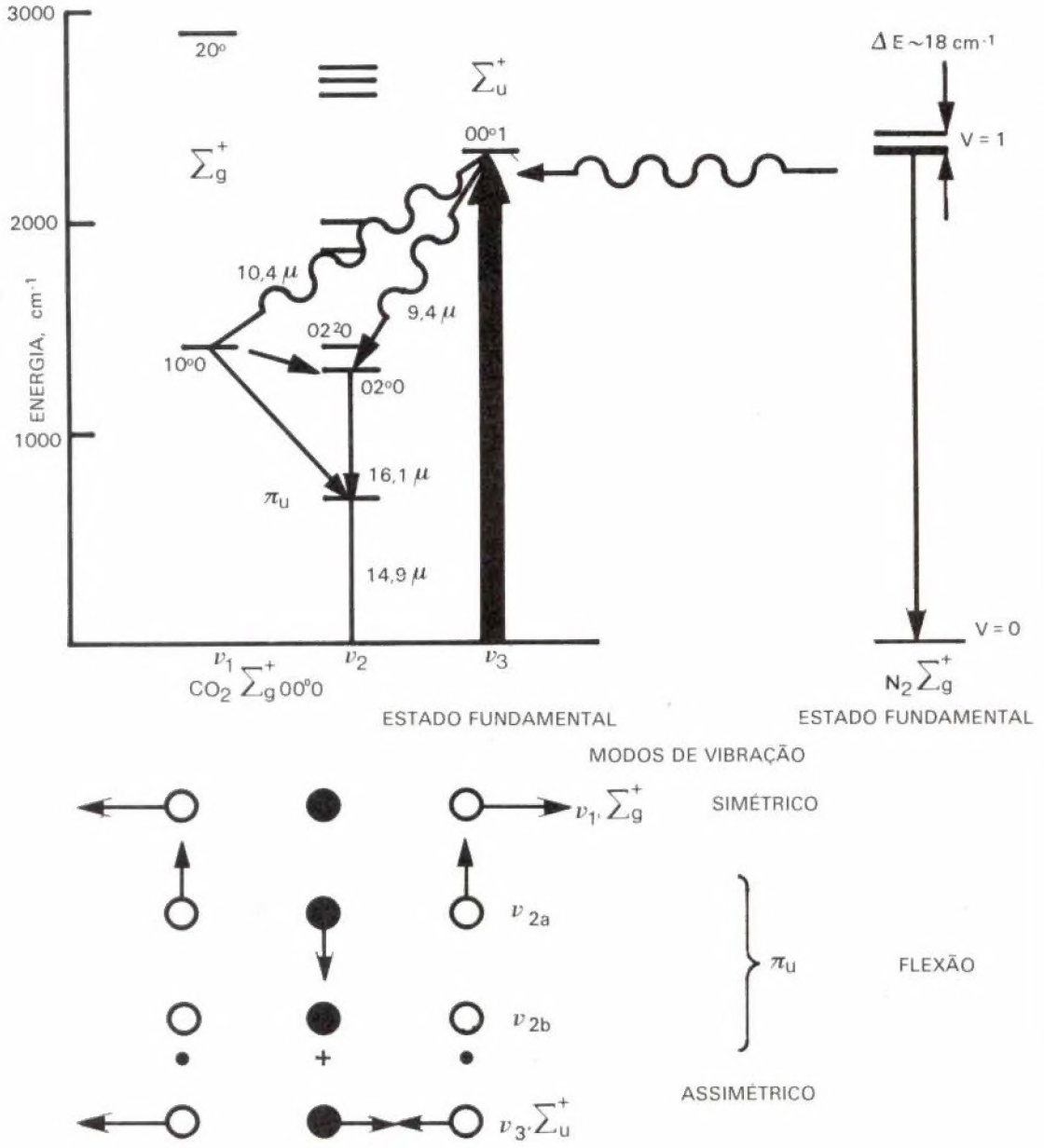


Fig. 8 — Laser N_2 - CO_2 : A — bombagem do nível laser superior, CO_2 (00°1), por transferência de excitação N_2 (V=1) + CO_2 (00°0); B — modos de vibração da molécula CO_2

desenvolve-se, quase exlusivamente, no Centro de Electrodinâmica da Universidade Técnica de Lisboa (CEL), cujas instalações se situam no Complexo I do INIC. Existem no CEL três grupos de investigação neste âmbito, que integram 6 professores do IST, todos doutorados por Universidades estrangeiras, 8 assistentes do IST que preparam os seus doutoramentos, alguns dos quais já quase concluídos, um assistente de investigação do INIC que prepara igualmente o seu doutoramento, e 3 técnicos do INIC.

O trabalho de investigação realizado, quer teórico, quer experimental, cobre domínios importantes da Física dos Plasmas: o estudo das descargas em gases e dos processos atómicos e moleculares em plasmas de laboratório; estudo dos problemas da estocacidade intrínseca e da turbulência em plasmas; estudo das características da propagação, da estabilidade e da não linearidade de ondas em plasmas, nomeadamente em plasmas naturais, como a geomagnetosfera; estudo das interacções dum feixe de electrões com um plasma e das interacções entre ondas e partículas.

Dispõe o CEL, neste momento, de 5 instalações experimentais: 2 instalações destinadas, respectivamente, ao estudo das interacções feixe--plasma e das interacções onda-partícula (Máquina-Q); uma instalação de descarga de cátodo ôco, vocacionada para o estudo deste tipo de descarga e para o diagnóstico do plasma de arco assim criado; 2 instalações, recentemente concluídas, vocacionadas para o estudo

dos mecanismos da turbulência e da propagação de "solitões" em plasmas.

A qualidade do trabalho realizado no CEL é bem posta em evidência pelo elevado número de artigos publicados pelos seus membros nas melhores revistas científicas estrangeiras (várias dezenas de artigos, nos últimos anos), pelo número de comunicações apresentadas a Congressos Internacionais (igualmente várias dezenas), e ainda por vários convites que têm sido dirigidos a alguns dos seus membros para proferir conferências em Congressos, realizar seminários em laboratórios e Universidades estrangeiras, e efectuar visitas de estudo para discussão de temas científicos de interesse comum.

BIBLIOGRAFIA

1 — **J.L. Delcroix,** "Physique des Plasmas", Vol. I (Dunod, Paris 1963) e Vol. II (Dunod, Paris 1966).

2 — **F.F. Chen,** "Introduction to Plasma Physics", Plenum Press (New York 1974).

3 — **D.J. Rose e M. Clark,** "Plasmas and Controlled Fusion", M.I.T. Press (Cambridge, Mass. 1965).

4 — **G. Bekefi** (ed.), "Principles of Laser Plasmas", Wiley-Interscience (New York, 1976).

5 — **C. Jablon,** "La Fusion Nucléaire par Laser", La Recherche **83**, 925 (1977).

6 — **J. Bretagne,** "La Fusion Thermonucléaire: diversifier pour réussir", La Recherche **132**, 545 (1982)

7 — **D.R. Bates** (ed.), "Atomic and Molècular Processes", Academic Press (New York, 1962).

8 — **C.M. Ferreira,** "Processos de Colisão em Plasmas de Laboratório. Aplicação no âmbito dos Lasers de Plasma e da Síntese Química em Fase Gasosa.", Relatório Interno CEL 3/79 (Lisboa, 1979).

TRIBOANÁLISE

FERNANDO PINA DA SILVA,(*) Prof. AUX. IST.

RESUMO

As economias, em energia e materiais, possíveis de serem obtidas através da Tribologia foram reconhecidas já há cerca de 10 anos pelo Grupo de Trabalho de Tribologia do então Ministério do Comércio e Indústria inglês. A Tribologia é uma ciência interdisciplinar que congrega as actividades de engenheiros das diversas especialidades, físicos, químicos, bidogistas e especialistas de materiais. A Triboanálise (na designação original Tribodesign) é uma área da Tribologia especificamente aplicada ao Projecto de Máquinas.

INTRODUÇÃO

O carácter interdisciplinar, as diversas ramificações em que se pode considerar subdividida e, portanto, as múltiplas fronteiras com outras ciências e técnicas confere à Tribologia a imprescindibilidade nos estudos de conservação de energia. Para considerarmos um campo de Tribologia intimamente ligado à engenharia mecânica, a Triboanálise, começamos por recordar uma definição do Prof. Blok, (1) da Universidade de Tecnologia Delft. Essa definição diz respeito à sua concepção das funções de um engenheiro mecânico:

A função de um engenheiro mecânico é essencialmente a de controle pelos meios adequados, dos fluxos de força, energia e matéria, incluindo ainda quaisquer combinações e interacções desses diferentes tipos de fluxo, com o objectivo de realizar e materialisar certas acções como dirigir, travar, amortecer, trabalhar o metal, etc.

O autor considera a aludida materialização de funções como sinónimo do que se entende normalmente como projecto, no seu sentido geral, de selecção de materiais, formas e dimensão das peças, orgãos ou sistemas que devem desempenhar a função pretendida. No que diz respeito ao controle dos referidos fluxos este envolve operações de três tipos:

1.º) **Condução do fluxo em questão pela via adequada.** No caso de uma força essa via poderá ser, por exemplo, um êmbolo, uma biela ou uma cambota; no caso de um fluido, essa via será normalmente uma **conduta** ou um tubo.

2.º) **Criação e condução do fluxo entre fronteiras** através de constrangimentos impostos nestas. Neste grupo inclui-se por exemplo a geração de pressões hidrodinâmicas na película lubrificante de chumaceiras em que o fluxo de força é iniciado e mantido pelo movimento relativo das superfícies que encerram o lubrificante.

Além das operações indicadas existem outras de comando, que seriam incluídas num terceiro grupo e seriam, por exemplo, as de amplificar, fazer e desfazer ligações, concentrar.

Segundo esta perspectiva poder-se-ia encarar o desgaste como um fluxo de matéria que deverá ser minimisado através do controlo de forças e energia, energia esta calorífera, devida ao atrito.

Uma operação do 2.º grupo das mais importantes do ponto de vista de engenharia mecânica é a condução do fluxo de força através de duas superfícies em contacto e é também uma das que melhor pode ilustrar o conceito de Triboanálise.

TRIBOANÁLISE E ENERGIA

As máquinas constituem um dos grupos mais importantes de bens duradouros da sociedade actual, impor-

* *Responsável pela Linha de Tribologia do CEMUL, Coordenador do Grupo de Tribologia da Comissão Cultural de Eng.ª Mecânica da Ordem dos Engenheiros.*

tância essa que se acentua cada dia que passa. Como bens duradouros que são, a elas se aplicam, pois, os critérios económicos comuns a este tipo de bens.

Grande parte do produto nacional dos países industrializados é utilizado na reparação e substituição de bens duradouros, que, por desgaste ou avaria se tornam inadequados para utilização. Isto significa que todo esse capital é impedido de ser conduzido para a produção de novas máquinas ou de outros bens duradouros adicionais e é gasto na referida substituição. Parece assim que no nosso tempo um dos objectivos da engenharia será o de conseguir o aumento da vida útil dos bens duradouros, em particular, das máquinas. Para conseguir este aumento da vida útil há que actuar em dois campos: o da concepção, onde intervém a Triboanálise, e o da Manutenção.

Antes de detalhar esta dupla via consideremos o problema da condução do fluxo entre duas superfícies em contacto. Os processos que estão envolvidos neste problema e que contribuem directamente para perdas de energia são basicamente de três tipos:

— atrito no contacto directo
— atrito viscoso
— fenómenos de histerese

Em qualquer dos casos convirá realçar que a causa última das perdas é a existência de forças de atracção entre átomos ou moléculas.

Do primeiro tipo é o contacto nas articulações e nos pares com escorregamento. Para reduzir as perdas correspondentes pode-se actuar sobre os materiais das superfícies, o acabamento dessas superfícies a densidade de carga aplicada ou a velocidade relativa das superfícies.

Este tipo de atrito é normalmente acompanhado por elevados valores de desgaste. Por isso ele é muitas vezes substituído pela introdução de uma película lubrificante. Algumas perdas mantêm-se, devido à viscosidade do fluído e, se as forças de inércia forem importantes em relação às forças viscosas, haverá uma perda adicional devida a fenómenos de turbulência. Como, para manter a separação das superfícies é necessário garantir a existência de uma certa pressão, isso conduz necessariamente a um aumento de viscosidade e portanto das perdas de atrito. Para controlar estas perdas há que actuar nas características dos próprios fluídos lubrificantes.

A histerese mecânica aparece com maior evidência nos contactos de rolamento. Chumaceiras eléctricas e magnéticas, ainda de aplicação restrita, são também sujeitas a perdas de histerese, neste caso eléctrica e magnética respectivamente.

Estas perdas, resultantes da operação referida, são de especial interesse da Triboanálise.

Outras perdas resultantes da ineficiência dos próprios processos, ou operações de outros tipos, não estão na sua generalidade no âmbito da Tribologia, e, portanto, a sua análise diz respeito às próprias ciências de origem dos mesmos processos.

Vemos portanto que existe uma ligação íntima entre a Tribologia e os problemas energéticos e que uma das facetas dessa ligação é através do projecto de máquinas — a Triboanálise.

Convirá então concretizar o significado de Triboanálise. Triboanálise não é mais do que a aplicação da Tribologia ao projecto de máquinas, isto é, Triboanálise é a área do projecto de máquinas que envolve a concepção de todos os órgãos de máquinas em que as superfícies em contacto têm uma função significante e que portanto devem ser analisadas como tal. A diferença fundamental entre Tribologia e Triboanálise é o facto da primeira ser interdisciplinar e a segunda encarar essencialmente os problemas do ponto de vista da engenharia mecânica.

Para ilustrar o campo de acção da Triboanálise consideremos o quadro anexo em que estão referenciadas perdas, e em que as perdas directas são exemplificadas através de casos considerados anteriormente. Para estes casos estão indicadas as variáveis de actuação da Triboanálise. No caso do atrito seco, e como já foi referido, para além da utilização de novos materiais cabe ao técnico procurar soluções de atrito viscoso. O atrito viscoso representa, sem dúvida, o caso mais frequente dos contactos entre órgãos de máquinas. Porém se considerarmos o gráfico da Fig. 1 em que o coeficiente de atrito se encontra representado em função da velocidade de rotação de um veio — curva cujo andamento é já há muito conhecido — compreende-se quão importante é conhecer, ou, se possível, prever o regime de lubrificação nas condições de trabalho. Hoje já muito se sabe sobre a influência dos diversos parâmetros: folga radial, alimentação de óleo, dimensão axial, etc.

Relativamente aos regimes de lubrificação limite, e até hidrodinâmica, grande parte dos conhecimentos recentemente adquiridos têm resultado dos estudos feitos nos motores de combustão interna. Estudos que têm sido sugeridos, é bom salientar, pelas potenciais economias de energia. De facto, a título de exemplo, calcula-se (2) que cerca de 12% da energia gerada num motor deste tipo é dispendida em atrito no contacto dos segmentos com o cilindro, isto é, aproximadamente igual à totalidade das restantes perdas. Enquanto na primeira situação se está num regime tipicamente de lubrificação limite o que é confirmado pelo tipo de desgaste, no segundo caso o regime é hidrodinâmico, com excepção do arranque e da paragem. Sem entrar em mais detalhes, que serão objecto de outras comunicações nestas Jornadas, restará acrescentar que a existência destes dois regimes tem solicitado aos produtores de óleos lubrificantes uma colaboração cada vez mais íntima com os responsáveis pela concepção dos motores.

É ainda evidente do Quadro I que algumas respostas para o problema da economia da energia residem na introdução de novos materiais e não só na concepção das máquinas, o que obrigará, no caso do atrito viscoso, à criação de novos lubrificantes. Ainda neste caso é evidente que esta última função não se inclui na actividade de engenharia mecânica, mas sim a elaboração das especificações — essa será também uma função da Triboanálise, para quem o lubrificante é encarado como um dos materiais constitutivos do equipamento.

Finalmente, a histerese mecânica patente nos contactos de rolamento é resultante do comportamento

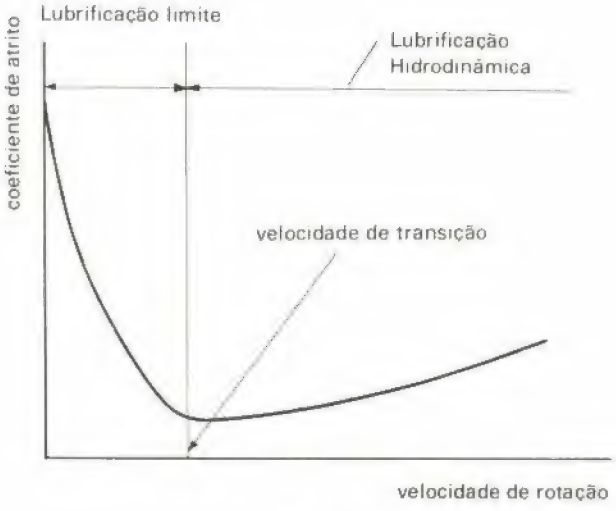


Fig. 1

Valor do coeficiente de atrito com o regime de lubrificação em chumaceiras hidrodinâmicas

imperfeitamente elástico dos materiais, sobretudo em condições de tensão elevada, tem sido de mais intenso estudo nos últimos anos com o maior uso da borracha e dos polímeros. Aplicações práticas onde a Triboanálise tem especial significado são as chumaceiras de rolamentos e do comportamento dos pneumáticos. O conhecimento das condições reais do rolamento nestes dois campos têm tido importantes progressos nos últimos anos desde a proposta da teoria elastohidrodinâmica (e.h.l.) pelo Prof. Dowson (3) e os estudos sobre os materiais viscoelásticos do Dr. Tabor (4).

TRIBOANÁLISE E MANUTENÇÃO

Até há poucos anos a manutenção das máquinas era considerada como um problema secundário em relação à sua concepção.

Hoje considera-se a Manutenção tão importante como os parâmetros definidores da função da máquina. Uma das áreas importantes da manutenção de uma máquina é a sua lubrificação. Esta é a zona comum da Manutenção e da Tribologia. A garantia de que no projecto sejam considerados os dispositivos, materiais e geometria que permitam as melhores condições de lubrificação relativamente ao atrito e desgaste é da responsabilidade da Triboanálise. A análise das avarias em serviço é um aspecto importante de ligação da Manutenção e da Triboanálise na medida em que permite que a informação do comportamento em serviço seja "fed back" no projecto, ver Fig. 2. Com base nesta informação torna-se possível a consecução de uma das funções importantes da Triboanálise: a elaboração de normas e recomendações de projecto.

CONCLUSÕES FINAIS

Parece não haver quaisquer dúvidas sobre a influência benéfica do desenvolvimento da Tribologia sobre a economia de energia e de materiais. Na verdade a organização da Tribologia como ciência resultou mesmo de um estudo económico patrocinado pelo Departamento da Educação e Ciência Inglês. O relatório respectivo (5) referia um valor de 500 milhões de libras de economia em materiais, energia e custos de produção.

Relativamente aos Estados Unidos um cálculo equivalente deu o valor de 16 biliões de dólares por ano. Outro estudo feito em 1976 pelo Ministério da

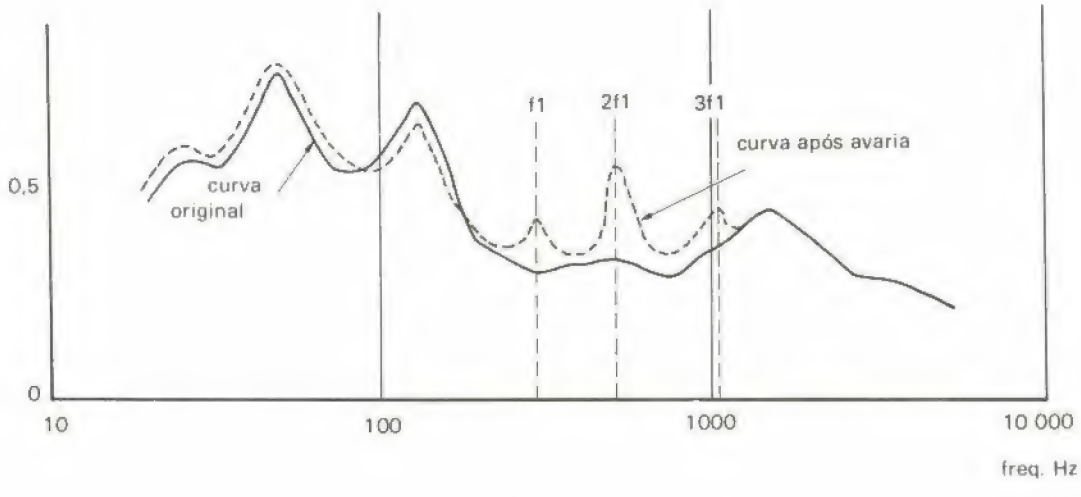


Fig. 2

A variação da resposta dinâmica de um órgão de máquina permite detectar o seu comportamento — técnica conhecida por "assinatura" do elemento

TIPO DE PERDAS		EXEMPLO	VARIÁVEIS DE ACTUAÇÃO DA TRIBOANÁLISE
Perdas Energéticas (Energy Losses)	Perdas no Contacto (Contact Losses)	Atrito de escorregamento (Rubbing Friction)	Materiais e Revestimento (Materiais and Coatings)
		Atrito Viscoso (Viscous Friction)	Utilização de Fluidos Gasosos Comportamento Viscométrico dos Fluidos Liq. (Viscosity)
		Perdas por Histerese (Hysteresis Losses)	Redução de Cargas especificas (Specific Loads) Materiais e Revestimentos (Material and Coatings)
	Perdas Inerentes aos próprios Processos (Process Losses)	Ineficiência do Ciclo Termodinâmico (Thermodinamic Inneficiency)	Fora do âmbito da Tribologia (related to other sciences)
		Inércias elevadas (Excessive Inertial Forces)	Redução das massas em movimento (Mass reduction)
			Redução das acelerações relativas (Accelaration reduction)
Perdas de Massa (Mass Losses)	Perdas por desgaste (Wear losses)	Adesão (Adhesion)	Alteração da Área de contacto, Materiais (Contact Area size, Materials)
		Abrasão (Abrasion)	Acabamento superficial, Limpeza, Filtragem (Superficial Finish and Condition)
		Erosão (Erosion)	Velocidade do Fluido, Materiais e Revestimento (Fluid velocity, Materials and Coatings)
	Perdas por deterioração (Failure Losses)	Fractura (Fracture)	Controle das Cargas e do Tipo de Aplicação (Load and its type)
		Deformação Plástica (Plastic Deformation)	Condições de Lubrificação, Revestimentos (Lubrication, Coatings)

Quadro 1 Tipos de Perdas e Variáveis da Triboanálise

Investigação e Tecnologia do governo da Alemanha Ocidental avaliou idênticas perdas no valor de 4 biliões de dólares por ano. Mais recentemente (1977) a própria ASME constituiu um Comité de Investigação de Lubrificação que publicou as suas conclusões no documento "Estratégia para a Conservação da Energia através da Tribologia" (6). Além de um estudo económico para diversas áreas de utilização encontram-se indicadas valiosas considerações sobre programas de desenvolvimento da Tribologia.

Estes programas são estabelecidos do ponto de vista do consumo da energia para cada área de utilização (Transportes, Aplicações Industriais, etc.) e são apresentadas as estimativas dos custos de investigação e sua relação com as possíveis economias resultantes da execução dos mesmos programas.

Relativamente à Triboanálise não são conhecidos estudos específicos. De qualquer modo será de acentuar que os aspectos quantitativos neste campo devem ser tomados apenas como uma indicação geral dado que as noções de Tribologia ou Triboanálise são como as de qualquer ciência ou tecnlogia difíceis de conter numa definição e, portanto, variarão para cada investigador ou grupo de Trabalho. O que estes números certamente indicam é a necessidade de uma reflexão sobre os critérios de Projecto de Máquinas que têm feito escola até há poucos anos e a necessidade de considerar novos parâmetros como de primeira ordem. Actualmente o custo das matérias-primas e mão-de-obra, a maior mecanização e as condições de trabalho mais críticas justificam plenamente a Triboanálise na concepção das Máquinas.

REFERÊNCIAS

(1) BLOK, H. (1967) — EDUCATION IN LUBRICATION AND WEAR AND ITS CONCEPTUAL INTEGRATION INTO MACHINE DESIGN — Paper 2 — Proceedings of the Institution of Mechanical Enginners.

(2) **KLAUS, E.E.** (1978) — ENERGY CONSERVATION IN ROAD TRANSPORTATION THROUGH LUBRICANT TECHNOLOGY — Journal of The American Society of Lubrication Engineers, Vol. 34, pág. 611.

(3) **DOWSON, D.** (1967) — ELASTOHYDRODYNAMICS — Paper 10, Proceedings of the Institution of the Mechanical Engineers.

(4) **TABOR, D.** (1955) — ROLLING FRICTION, Proceedings of the Royal Society, Vol. 229, pág. 198.

(5) **COMMITTE ON TRIBOLOGY** (Report 1966-72) — — THE INTRODUCTION OF A NEW TECHNOLOGY, H.M.S.O.

(6) **PINKUS, O e WILCOCK, D.F.** (1977) — STRATEGY FOR ENERGY CONSERVATION THROUGH TRIBOLOGY, publicação ASME.

Computadores Digitais: Aspectos Tecnológicos e Estruturais

AUGUSTO CASACA, Professor Associado IST

INTRODUÇÃO

Constitui objectivo deste artigo dar uma panorâmica da evolução dos computadores digitais desde os seus primórdios na década de 40 até ao momento actual. Será dado ênfase ao papel desempenhado pelo desenvolvimento da tecnologia electrónica na evolução dos computadores digitais e serão feitas considerações sobre as várias estruturas **de computação** surgidas, quer no aspecto de hardware quer no de software. O artigo divide-se em duas partes, na primeira procura-se dar uma ideia geral sobre o funcionamento de um computador digital para os que porventura **estejam** menos informados neste domínio, enquanto que na segunda se traça a evolução dos computadores digitais ao longo das suas gerações e se dá uma perspectiva das tendências actuais no domínio da computação digital.

1. ESTRUTURA BÁSICA DE UM COMPUTADOR DIGITAL

Um computador digital é um sistema programável para processamento da informação. O processamento da informação num computador baseia-se na execução de um conjunto de operações muito simples de um modo rápido e preciso. Estas operações elementares consistem basicamente em operações de entrada-saída, aritméticas, lógicas e de decisão.

As operações de entrada-saída permitem ao computador trocar informação com dispositivos exteriores. As operações aritméticas e lógicas elementares são a adição e a subtracção algébricas e as operações Booleanas básicas. As operações de decisão por sua vez permitem ao computador seleccionar diferentes conjuntos de operações futuras como **consequência de testes feitos sobre os valores de dados** ou de resultados parciais. Operações mais complexas são implementadas por uma sequência de operações elementares do tipo acima descrito, ou semelhante. A ordem pela qual essas operações elementares são executadas é definida por instruções que são guardadas previamente no computador e que são **interpretadas** pela própria máquina. O conjunto de instruções necessário para executar uma determinada tarefa constitui o programa. Para que uma tarefa diferente seja executada basta mudar o conteúdo do programa, o que confere ao computador uma grande flexibilidde de utilização.

Num computador digital a informação é representada internamente por um código binário, sendo possível deste modo construir um computador com base em dispositivos electrónicos ou magnéticos de concepção relativamente simples, que possam funcionar em dois estados distintos, para representação dos valores lógicos "O" e "1".

1.1 Modelo de von Neumann

A estrutura lógica fundamental de um computador **digital foi definida pelo matemático von Neumann em 1945. A grande maioria dos computadores actuais têm uma esrutura que ainda obedece, salvo pequenas** alterações, ao modelo estabelecido por von Neumann. Neste modelo podemos distinguir 5 unidades principais (fig. 1): memória, entrada, saída, processamento e controlo.

A memória consiste num conjunto de posições onde **se guardam** os programas, dados e resultados do processamento; a cada posição de memória também denominada palavra de memória, está associado um endereço pelo qual essa posição é identificada pelas restantes unidades. Ao número de bits que se guarda numa palavra de memória chama-se comprimento da palavra. Diferentes tecnologias podem ser utilizadas na construção da memória, desde tecnologias rápidas com

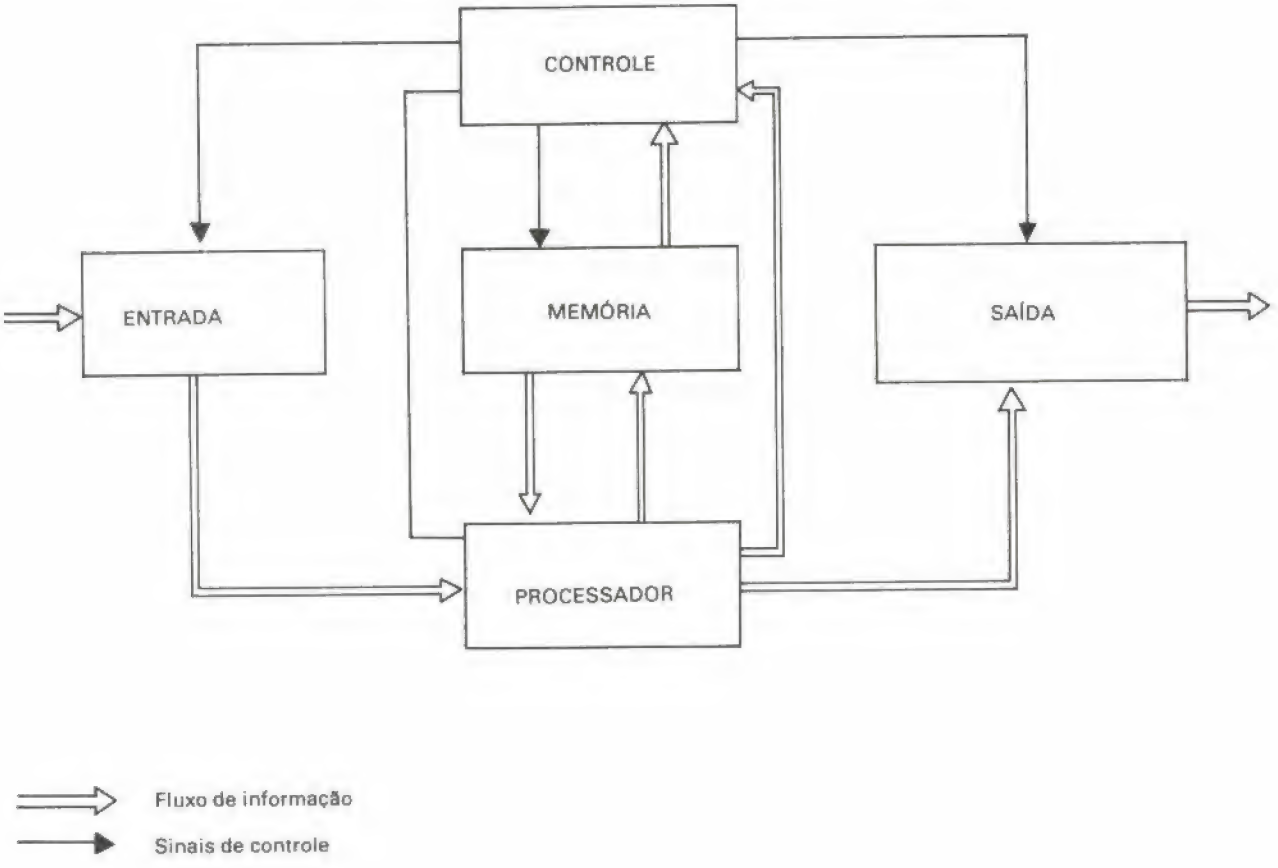


Figura 1 — Modelo de Van Neumann

elevado custo por bit (por exemplo, circuitos integrados bipolares), até tecnologias mais lentas com um baixo custo por bit (por exemplo, discos magnéticos). Num computador existe normalmente mais do que um tipo de memória, formando uma hierarquia com diferentes relações velocidade/custo. As duas principais subunidades de memória existentes na hierarquia são a memória central e a memória secundária.

A memória central é uma memória com uma capacidade típica da ordem das dezenas ou centenas de Kbyte, podendo atingir alguns Mbyte e que está em comunicação directa com o processador. A memória secundária é uma memória mais lenta e de muito maior capacidade, com valores típicos da ordem das dezenas ou centenas de Mbyte em computadores de média e grande dimensão. A memória secundária guarda a informação que não necessita de estar em memória central num dado momento, comunicando indirectamente com o processador via memória central.

As unidades de entrada e de saída servem respectivamente para receber dados e instruções do exterior e para enviar resultados do processamento para o exterior.

A unidade de processamento, ou simplesmente processador, implementa as várias operações inerentes à execução de um programa. O número de operações diferentes que um processador pode realizar varia de máquina para máquina.

A unidade de controlo recebe instruções da memória, interpreta-as e envia os sinais de comando apropriados para as outras unidades, de modo a que as instruções sejam executadas. Recebe ainda os valores de vários testes feitos pelo processador sobre os dados ou resultados parciais, com base nos quais escolherá entre várias acções em alternativa.

Ao conjunto do processador e do controlo chama-se unidade central de processamento.

1.2 A Unidade Central de Processamento

A Unidade Central de Processamento (UCP) comanda o funcionamento do computador digital tendo como função principal executar o programa armazenado em memória. Pela importância de que se reveste justifica-se fazer uma análise em separado da sua acção.

Consideremos o diagrama de uma UCP simples baseada num registo Acumulador (fig. 2), que é típica dos primeiros computadores digitais mas que serve perfeitamente para ilustrar o funcionamento básico de uma UCP. Neste diagrama estão representados os principais blocos constituintes da UCP: registo Acumulador (AC), unidade aritmética e lógica (UAL), registo de dados de memória (RDM), registo de endereço de memória (REM), contador de programa (CP), re-

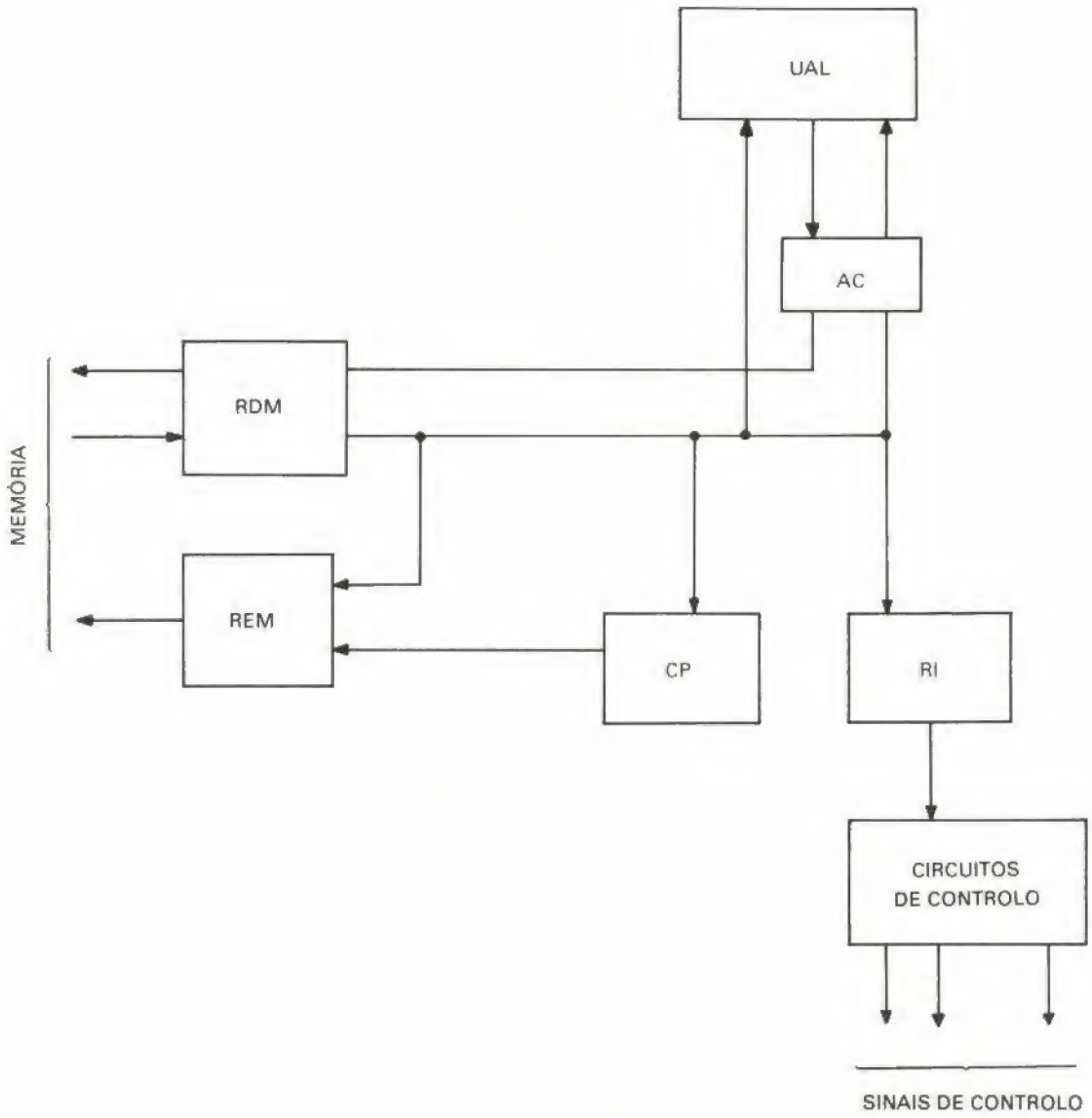
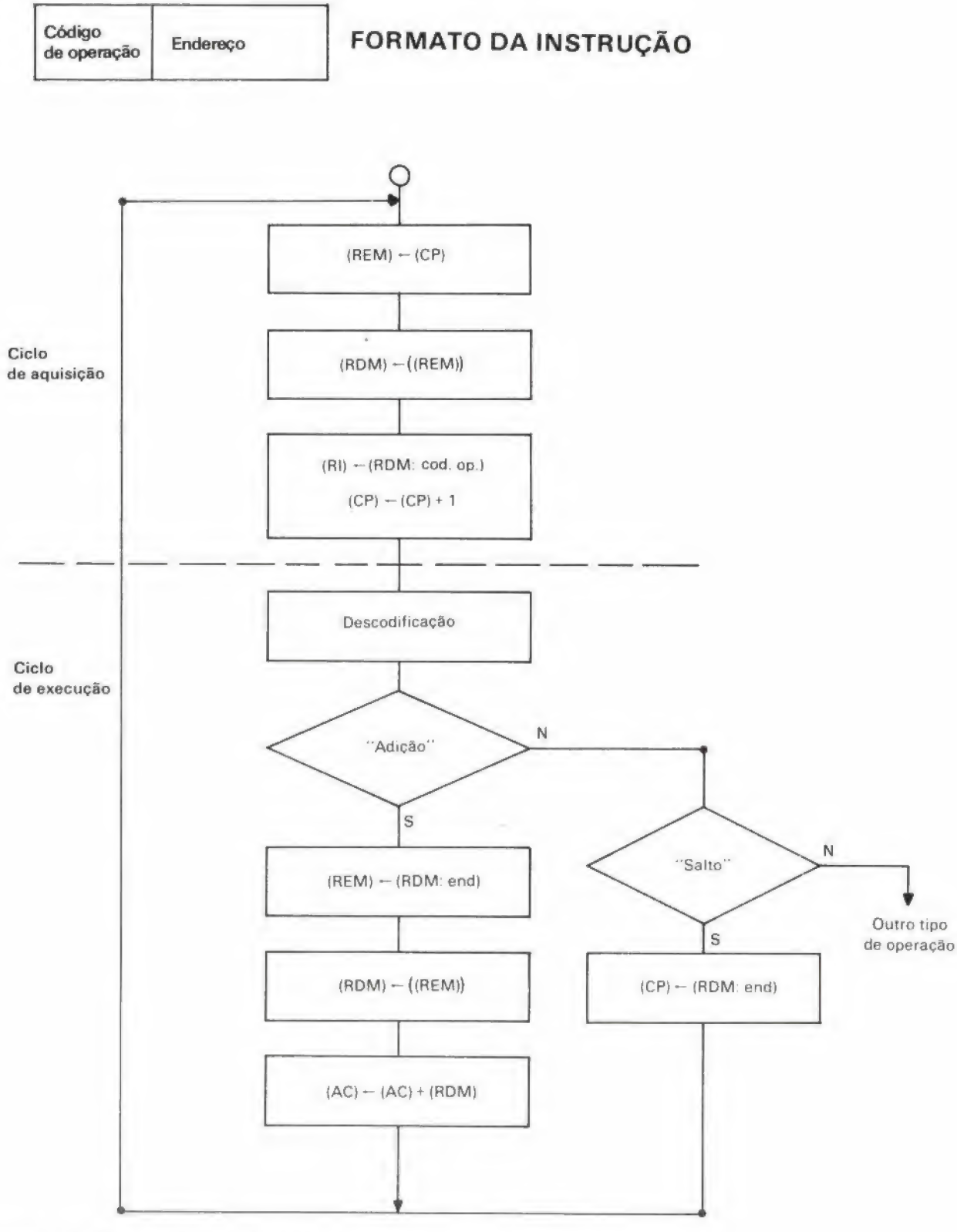


Figura 2 — UCP baseado num registo acumulador

gisto de instrução (RI) e circuitos de controlo. O registo REM contém o endereço de uma posição da memória à qual a UCP pretende aceder para leitura ou escrita de informação, enquanto que o registo RDM é usado como "buffer" para a troca de informação entre a memória central e a UCP. A UAL é o circuito que executa as operações aritméticas e lógicas. Os operandos para a UAL estão contidos nos registos AC e RDM, sendo o resultado da operação colocado sempre em AC, o que justifica a designação de UCP baseada num registo Acumulador. O registo CP contém o endereço da próxima instrução a ser executada e RI contém o código da operação a realizar pela UCP durante a execução de uma instrução. Os circuitos de controlo geram os sinais necessários para comandar o funcionamento dos restantes blocos da UCP bem como de todas as outras unidades do computador digital. As instruções de um programa estão normalmente guardadas em posições seguidas de memória sendo as instruções executadas também normalmente de um modo sequencial. A excepção a esta regra ocorre para instruções de salto no programa, isto é, quando como resultado de uma decisão no programa ou por imposição do algoritmo, a próxima instrução não está em sequência. Nesta situação a instrução que está sendo executada conterá uma indicação do endereço da posição de memória para onde se vai saltar.

A sequência de acções envolvidas no processamento de uma instrução constitui um ciclo de instrução. O ciclo de instrução subdivide-se em ciclo de aquisição e ciclo de execução. No ciclo de aquisição a instrução é movimentada da memória para a UCP e no ciclo de execução a instrução é descodificada e executada. O ciclo de aquisição é idêntico para todas as instruções, enquanto que o ciclo de execução varia de instrução para instrução.

O fluxo de informação entre os vários registos da UCP e a



Nota: (x) Significa conteúdo do registo x

Figura 3 — Fluxograma da operação da UCP

memória central, associado à implementação de um ciclo de instrução está exemplificado na fig. 3 para duas instruções típicas, adição e salto, considerando que estamos no caso de instruções com um único endereço

As instruções com um único endereço, utilizadas em grande número de computadores, têm dois campos, o primeiro contém o código de operação e o segundo dá uma indicação do endereço da posição de memória onde está

um dos operandos, ou no caso de instrução de salto do endereço de memória para onde se saltará. Neste tipo de UCP, como já vimos, o outro operando está sempre no Acumulador. O ciclo de aquisição começa com a transferência do endereço da instrução de CP para REM. É então feita uma leitura de posição de memória endereçada sendo a instrução colocada em RDM. O código de operação é em seguida movimentado de RDM para RI e CP é incrementado de um para ficar a apontar para a instrução seguinte. Quando da aquisição da primeira instrução do programa CP terá um valor inicial que varia de máquina para máquina.

O ciclo de execução começa com a descodificação do código de operação guardado em RI dependendo o resto do ciclo do resultado dessa descodificação. No caso de uma instrução de salto a acção a tomar limitar-se-à a carregar CP com o endereço da nova instrução que está indicado na instrução actual, ainda guardada em RDM. No caso da adição, ter-se-à que ler um operando da memória para RDM e então somá-lo com o conteúdo do Acumulador, deixando o resultado também no Acumulador.

Para outras instruções, diferentes acções seriam tomadas. No final do ciclo de execução a UCP vai realizar o ciclo de aquisição da instrução seguinte.

2. A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E ESTRUTURAL DOS COMPUTADORES DIGITAIS

O primeiro computador digital surgiu em 1945. Desde então e até meados da década de 60 os computadores digitais respeitaram basicamente o modelo de von Neumann, sendo a sua evolução caracterizada principalmente por: i) uma diminuição de custo e de volume, ii) um aumento de velocidade de funcionamento e de fiabilidade e iii) um aumento de complexidade de software. A partir de meados da década de 60 e a par da continuação das tendências de evolução atrás expostas, há que assinalar o aparecimento de novas tendências na computação digital, nomeadamente a utilização de minicomputadores e de microcomputadores, o multiprocessamento, o processamento paralelo e as redes de computadores. Os minicomputadores e os microcomputadores proporcionam a redução significativa no volume e no preço das máquinas, o que permite utilizar computadores em aplicações dedicadas; pelo multiprocessamento e processamento paralelo pode-se atingir uma maior velocidade de funcionamento do que com computadores convencionais, e as redes de computadores pelo seu lado permitem partilhar as disponibilidades existentes num conjunto de computadores por entre os diversos utilizadores dessas máquinas.

Na análise da evolução dos computadores digitais consideraremos a existência de três gerações distintas, caracterizadas principalmente pelos aspectos tecnológicos, estruturais e de software da máquina. A primeira ocorre de 1945 a cerca de 1954, a segunda de 1955 a cerca de 1965 e a terceira decorre a partir desta data, sendo no entanto ainda discutível a hipótese de se poder considerar uma quarta geração a partir do momento em que apareceram os primeiros microcomputadores.

2.1 1.ª Geração de Computadores (1945-1954)

A UCP das máquinas desta geração era construída com base em válvulas electrónicas e a memória central implementada com linhas de atraso de mercúrio ou tubos de raios catódicos modificados que funcionavam como memória electrónica. A estrutura da UCP obedecia estritamente ao modelo estabelecido por von Neumann, sendo as entradas e saídas de informação controladas directamente pela UCP e as operações aritméticas feitas em vírgula fixa. No que respeita à programação a linguagem máquina era a mais utilizada, juntamente com a linguagem Assembly. Na linguagem máquina os programas são escritos em binário, o que torna a programação bastante difícil. Em Assembly cada instrução é representada por um conjunto de símbolos, tornando mais fácil a tarefa de programador. Terá que existir no entanto um programa tradutor, chamado Assembler, que é executado pelo próprio computador e que traduz as instruções Assembly para binário, que é a única linguagem compreendida pela máquina.

Em conclusão podemos afirmar que as máquinas da primeira geração eram caracterizadas basicamente por terem grandes dimensões e apresentarem uma fiabilidade muito baixa como consequência directa da tecnologia utilizada, e serem difíceis de programar por só se usarem linguagens máquina e Assembly. Como exemplos de computadores desta geração citemos o EDSAC (Universidade de Cambridge), o EDVAC (Universidade de Pensylvania), o IAS (Universidade de Princeton) e o UNIVAC I.

2.2 2.ª Geração de Computadores (1955-1964)

Durante a década de 50 os dispositivos semicondutores começaram gradualmente a substituir as válvulas electrónicas na UCP. A memória central passou a ser construída com base em núcleos de ferrite, que são toros de material magnético que podem ser magnetizados segundo um de dois sentidos. A memória secundária começou a ter uma utilização mais generalizada, sendo essencialmente construída com base em tambores magnéticos e bandas magnéticas. Como resultado desta evolução tecnológica obteve-se uma substancial diminuição de volume do computador, bem como um aumento significativo da sua velocidade de funcionamento e de flabilidade.

Sob o ponto de vista estrutural os computadores desta geração apresentam UCPs já com hardware especial para operações de multiplicação e divisão bem como para operações em vírgula flutuante. As operações de entrada-saída nalguns computadores passam a ser controladas por um processador especial chamado canal, libertando assim a UCP dessa tarefa. O modelo de von Neumann aparece ligeiramente modificado como está indicado na fig. 4. As linguagens evoluídas, tais como FORTRAN e COBOL começam a ser utilizadas em muitos casos para a escrita de programas, simplificando a tarefa do programador. Nestas linguagens cada instrução depois de traduzida pelo programa compilador dá origem a várias instruções máquina. A evolução do software é ainda caracterizada pelo aparecimento dos primeiros sistemas

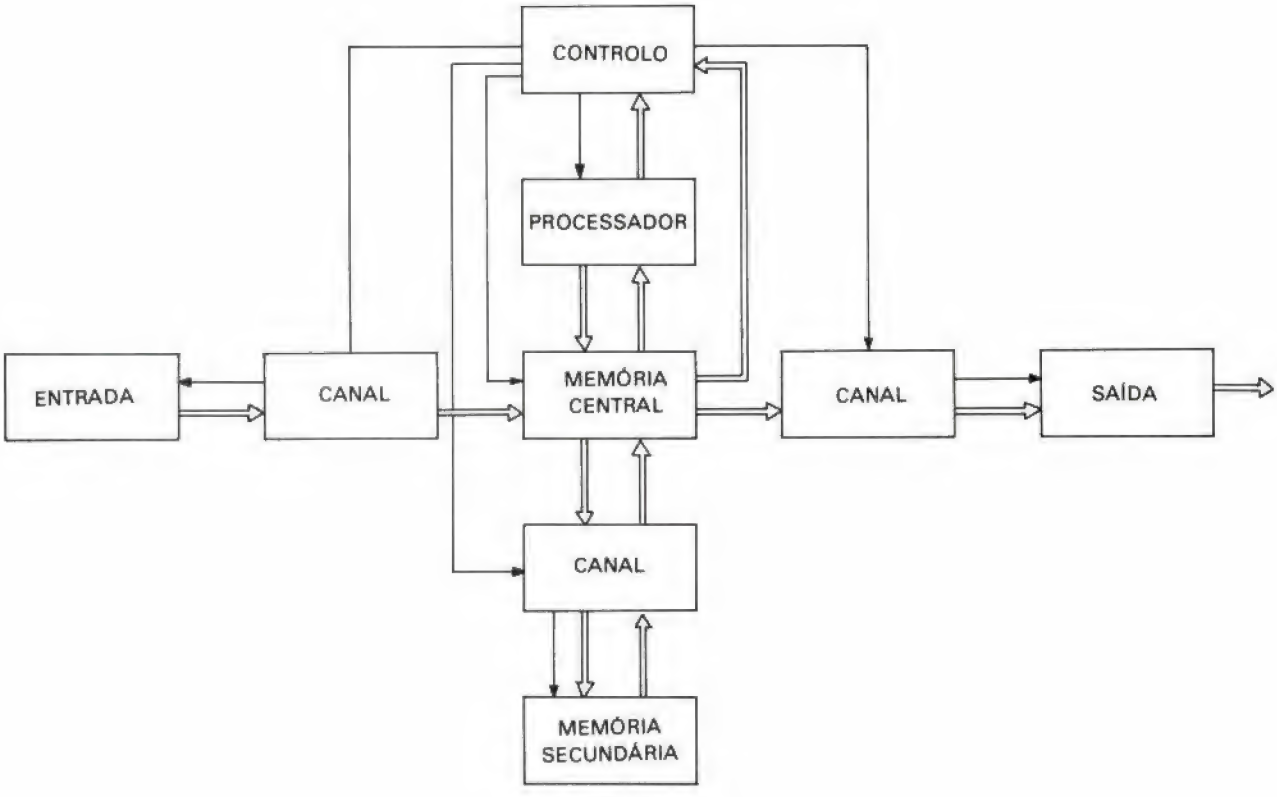


Figura 4 — Computador digital com entrada-saída controladas por canais.

operativos que têm a função de gerir todo o funcionamento da máquina a nível de software, e pela introdução do conceito de multiprogramação. Numa máquina multiprogramada vários programas residem simultaneamente em memória e quando um deles é suspenso na sua execução temporariamente, para uma operação de entrada-saída por exemplo, a UCP começa a executar outro programa enquanto a operação de entrada-saída está sendo controlada pelo canal, voltando o programa interrompido a ser executado mais tarde quando a operação de entrada-saída acabar. Como exemplo de máquinas desta geração temos o IBM 7090 e o UNIVAC 1107.

2.3 3.ª Geração de Computadores Digitais (desde 1965)

As máquinas da 3.ª geração começaram a aparecer no mercado em meados da década de 60. Nos computadores desta geração a UCP é construída com base em circuitos integrados semicondutores. A memória central continua a ser de ferrites até à década de 70, tendo-se entretanto generalizado durante essa década a construção da memória central semicondutora compatível electricamente com os circuitos da UCP. No que respeita à memória secundária utilizam-se essencialmente discos magnéticos e para funções de arquivo de informação utilizam-se bandas magnéticas.

Uma técnica denominada microprogramação começou a ser utilizada na implementação de muitas unidades de controlo. Em unidades microprogramadas a sequência de sinais de controlo é gerada com base no conteúdo de uma memória dedicada, normalmente ROM ("read only memory"), o que simplifica o projecto da unidade de controlo, aumentando-lhe também a flexibilidade. A estrutura do processador conheceu um aumento de complexidade que se traduziu em muitos casos num aumento efectivo da velocidade de execução dos programas.

No capítulo do software, verifica-se o aparecimento de sistemas operativos bastante complexos e o uso generalizado de linguagens evoluídas de programação. Algumas máquinas desta geração começam a utilizar o conceito de memória virtual, pelo qual o programador tem directamente acessível como espaço endereçável todo o conjunto de memória central e secundária. A gestão da distribuição de informação entre ambas as memórias é feita pelo software da máquina. Como exemplos de máquinas típicas desta geração temos os IBM s/360 e s/370 e os CDC 6600 e 7600.

Para além da evolução das máquinas convencionais atrás descrita consideraremos nesta terceira geração outros aspectos da computação digital que têm conhecido grande desenvolvimento desde a década de 70, concretamente a utilização de minis e microcomputadores, o multiprocessamento, processamento paralelo e as redes de computadores.

2.3.1 Minicomputadores

O minicomputador é um computador digital com uma

dimensão e um preço bastante inferiores ao de um computador convencional. A preços actuais, o custo típico de um minicomputador com uma configuração mínima de periféricos será inferior a $60.000. O comprimento de palavra nestas máquinas varia entre 8 e 32 bits. Os minicomputadores foram inicialmente concebidos para serem usados em aplicações dedicadas, tais como controlo em tempo real e aquisição de dados em instalações laboratoriais e industriais. Actualmente e devido à melhoria constante das características dos minicomputadores e ao enorme volume de software já escrito para estas máquinas, são também usadas em aplicações típicas dos computadores convencionais tais como em cálculo científico e comercial.

A origem dos minicomputadores coincide com o aparecimento da série PDP da Digital Equipment Corporation (DEC). O primeiro minicomputador comercial, o PDP-5 foi lançado no mercado em 1963 e em 1965 surgiu o PDP-8 que juntamente com o seu sucessor o PDP-11 constituíram os minicomputadores mais populares até princípios da década de 70. A década de 70 assistiu a um desenvolvimento intenso deste tipo de computadores com novas companhias que não tinham estado envolvidas na fabricação de computadores maiores a entrarem no mercado, nomeadamente por exemplo a Hewlett-Packard e a Data General, para além da DEC.

2.3.2 Microcomputadores

Os microcomputadores são uma resultante directa do aparecimento dos circuitos integrados LSI ("large scale integration"). Um circuito integrado LSI contém milhares de transistores numa única pastilha, tendo-se tornado possível a fabricação da UCP de um computador digital num único circuito integrado, que se chama então microprocessador. Um microcomputador é um computador digital em que a UCP é um microprocessador, sendo a memória central também normalmente semicondutora. Existem actualmente já exemplos de microcomputadores completos contidos num único circuito integrado.

Em relação aos minicomputadores, os microcomputadores apresentam uma dimensão e um preço muito mais baixo, tipicamente menos de $20 por microprocessador e menos de $6000 por um microcomputador com um conjunto mínimo de periféricos, a preços actuais. O comprimento de palavra varia normalmente entre 4 e 16 bits havendo no entanto já micros de 32 bits. Os microcomputadores têm normalmente em relação aos minis, uma menor velocidade de funcionamento e um software mais limitado. devido à sua portabilidade e baixo preço os micros levaram as potencialidades do computador digital aos mais variados domínios, nomeadamente à biomedicina, instrumentação, telecomunicações e controlo industrial. Mercados totalmente novos para os computadores digitais surgiram, de que são exemplo, os computadores pessoais, os jogos electrónicos e os aparelhos electrodomésticos programáveis.

O primeiro microprocessador, o 4004, surgiu em 1972, sendo um micro de 4 bits comercializado pela Intel. Até ao fim da década de 70 muitas dezenas de microprocessadores e correspondentes microcomputadores apareceram no mercado, comercializados por diversos fabricantes de que são exemplo a Motorola, Texas Instruments, Ziloge Fairchild para além da Intel. Um quadro comparativo da evolução verificada nos microprocessadores está representado na fig. 5, para quatro microprocessadores típicos de 4, 8, 16 e 32 bits respectivamente.

	INTEL 4004 (1971)	INTEL 8080 (1974)	INTEL 8086 (1978)	INTEL 432 (1981)
N.º de transistores	2300	5500	29000	225000
N.º de instruções	45	111	133	240
Capacidade de memória	4,5 Kb	64 Kb	1 Mb	16 Mb + mem. virtual

Figura 5 — Evolução nos microprocessadores

2.3.3 Multiprocessamento

O multiprocessamento consiste num conjunto de UCPs trabalhando simultaneamente, em que cada uma executa o seu próprio programa, mas partilhando a mesma hierarquia de memória. Conforme está representado na fig. 6 as UCPs comunicam entre si através da memória central. A memória central num sistema multiprocessador está normalmente dividida num conjunto de módulos que podem ser acedidos simultaneamente pelos vários processadores.

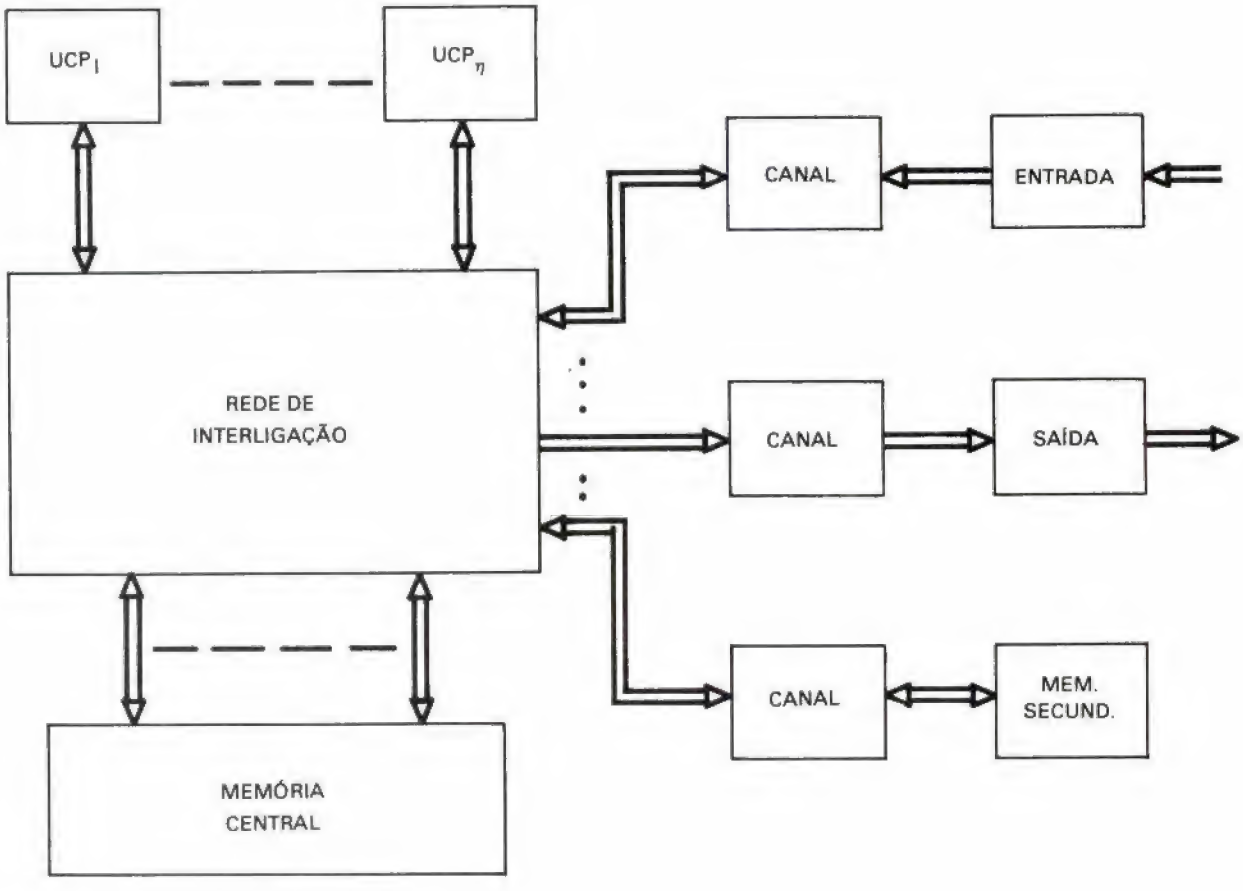


Figura 6 — Estrutura de multiprocessamento

A principal vantagem inerente a um sistema multiprocessador reside no aumento da velocidade de processamento, por ser possível executar vários programas em paralelo. Existem no entanto vários problemas neste tipo de computação, em que os principais são a existência de conflitos no acesso à memória pelos vários processadores, a complexidade da rede de interligação entre os processadores, a memória central e os periféricos e a necessidade de desenvolvimento de linguagens de programação especiais adaptadas a multiprocessamento. Em virtude destas dificuldades a maioria dos sistemas multiprocessadores existentes têm no máximo quatro processadores, sendo vulgar encontrar sistemas só com dois processadores. Temos exemplos de multiprocessamento nos computadores Burroughs B7700 e Univac 1110, surgidos em princípios da década de 70. Existe um sistema experimental, o C.mmp com 16 PDP-11 desenvolvido na Universidade de Carnegie-Melon.

2.3.4 Processamento paralelo

O processamento paralelo consiste num conjunto de processadores partilhando a mesma memória, mas sob o comando de uma única unidade de controlo, como está esquematizado na fig. 7. A existência de uma única unidade de controlo implica que só um programa pode ser executado de cada vez, podendo no entanto uma instrução do programa ser executada simultaneamente sobre um conjunto de dados em virtude de existirem vários processadores.

O processamento paralelo apresenta vantagens efectivas no tratamento de vectores e matrizes de dados, em que é normalmente necessário executar uma dada operação sobre um conjunto de elementos dos vectores ou das matrizes. Vários processadores paralelos têm sido construídos entre os quais o ILLIAC IV que é um dos processadores paralelos mais conhecidos. O ILLIAC IV foi projectado conjuntamente pela Burroughs e pela Universidade de Illinois, sendo uma máquina com 64 processadores, concebida para processamento científico, tendo ficado operacional em 1973. O Burroughs Scientific Processor (BSP) é um outro exemplo de processador paralelo, possuindo 16 processadores.

2.3.5 Redes de computadores

Uma rede de computadores pode ser definida como um conjunto de computadores interligados que transmitem mensagens entre si, usando protocolos de comunicação apropriados. O objectivo principal de uma rede é permitir a partilha dos recursos computacionais existentes na rede, pelos diferentes utilizadores. Tomemos como exemplo a ARPANET, uma das redes de computadores mais conhecidas e que influenciou o projecto de muitas outras. A ARPANET financiada pelo Departamento de Defesa dos

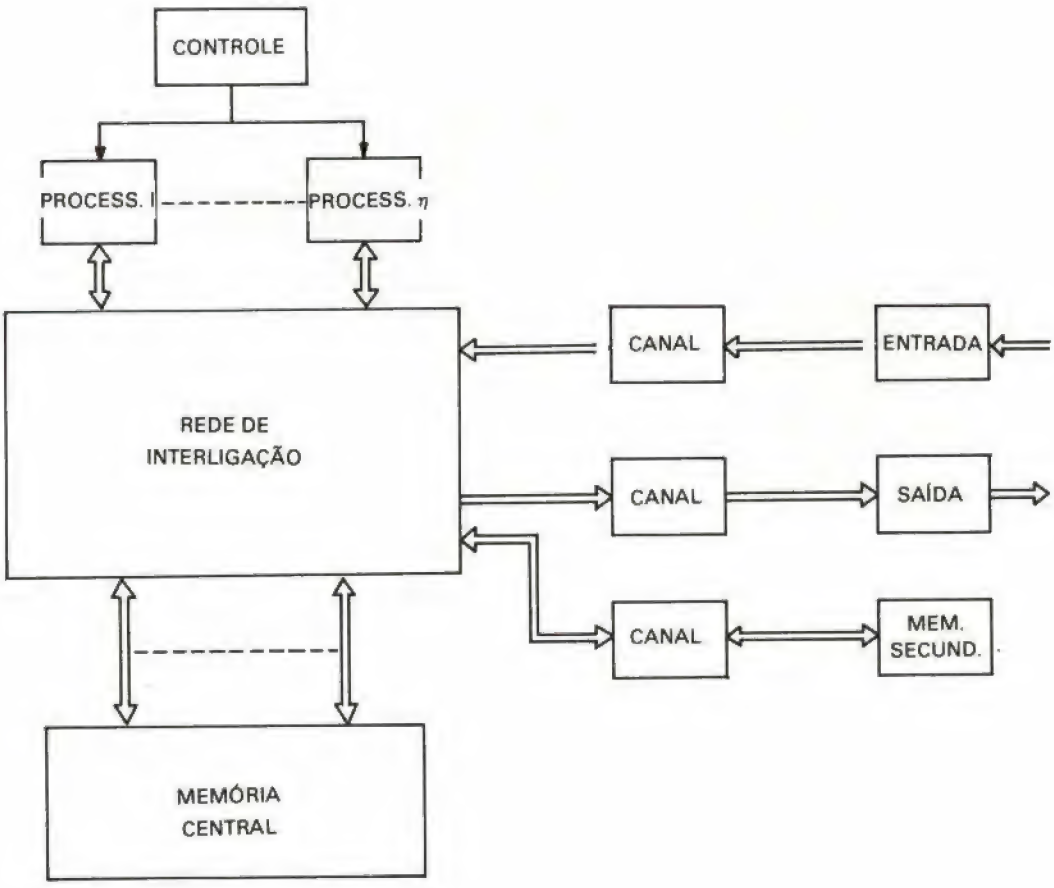


Figura 7 — Estrutura de processamento paralelo

Estados Unidos começou a operar em 1969 e liga dezenas de computadores nos Estados Unidos. A estrutura desta rede está representada simplificadamente na fig. 8.

Cada nó da rede contém um minicomputador chamado Interface Message Processor (IMP) que encaminha as mensagens ao longo da rede. Um IMP é utilizado para ligar à rede um ou mais computadores chamados "hosts" situados na sua proximidade. Como existem muitos tipos diferentes de computadores usados como "hosts", o IMP actua também como um interface entre os "hosts" e a rede de comunicação. Cada "host" suporta normalmente um conjunto de terminais através dos quais o utilizador tem acesso à ARPANET. As redes de computadores foram inicialmente concebidas para ligar computadores geograficamente bastante distanciados. Temos como exemplo deste tipo de redes a CYCLADES (França), a TYMNET (E.U.) e a EPPS (British Post Office) para além da ARPANET.

Mais recentemente começaram-se a implementar as chamadas redes locais de computadores. Uma rede local tem também como objectivo principal a partilha de recursos computacionais, mas é essencialmente caracterizada por: i) todas as máquinas pertencerem à mesma organização, ii) extensão da rede ser limitada a poucos Km e iii) uma alta velocidade de transmissão.

3. CONCLUSÕES

O presente artigo examinou as várias estruturas utilizadas em computação digital e alguns dos aspectos tecnológicos que lhe estão subjacentes. A obtenção de maior velocidade de processamento, um objectivo permanente em muitas aplicações, está ligado não só a inovações tecnológicas que permitam aumentar a velocidade dos circuitos constituintes da máquina mas também à estrutura dessa mesma máquina. Com o fim de obter máquinas mais rápidas têm-se desenvolvido estruturas baseadas na execução de várias actividades em paralelo por um conjunto de processadores, como é o caso do multiprocessamento e processamento paralelo. Estas soluções têm provado bem em muitas aplicações, havendo no entanto ainda dificuldades na exploração eficiente do paralelismo a nível de software e no excessivo "overhead" causado pelas operações de sincronização entre os vários processadores, quando um grande número de processadores está envolvido em multiprocessamento.

Nos últimos anos uma estrutura radicalmente diferente do modelo de von Neumann começou a ser desenvolvida. Nesta estrutura conhecida por "data-flow", o conceito de execução do programa

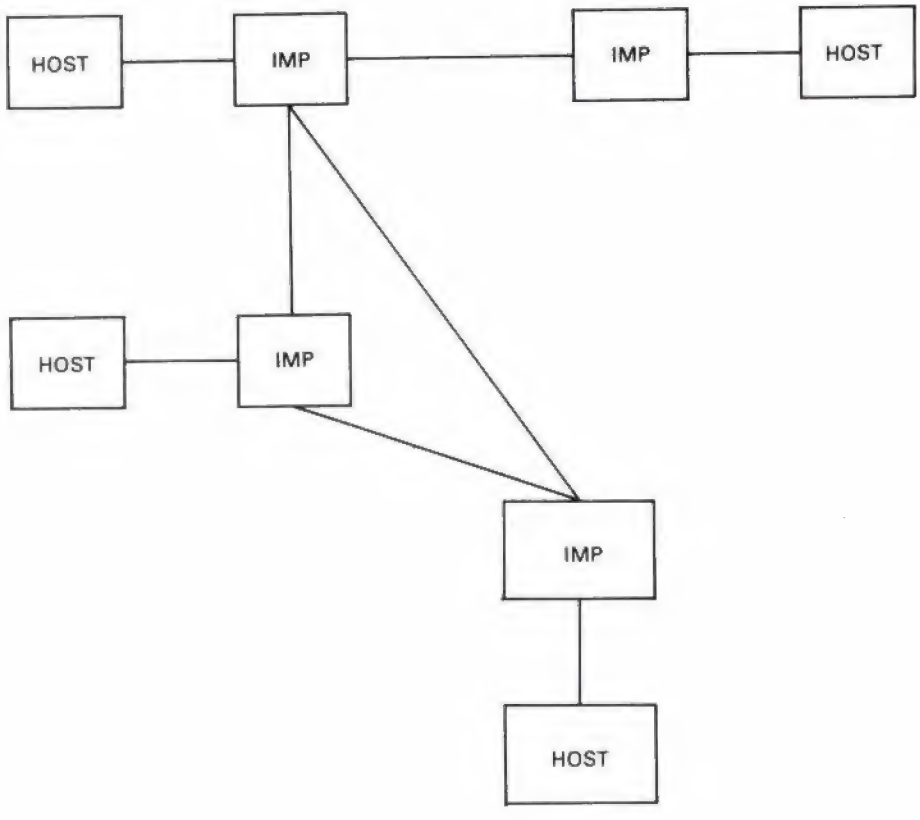


Figura 8 — Estrutura simplificada de uma rede do tipo ARPANET

baseado no conteúdo do contador de programa foi abandonado, sendo uma instrução executada quando todos os operandos necessários estejam disponíveis. Pensa-se que o conceito de "data-flow" conduza no futuro a um processamento paralelo muito mais eficiente do que aquele que é conseguido actualmente com base em processadores de von Neumann.

Para além do desenvolvimento actualmente em curso de modo a obterem-se máquinas mais rápidas existe um outro aspecto que consiste na tendência para se ter uma utilização mais rentável dos computadores através da implementação de redes. Este aumento da rentabilidade é conseguido por uma partilha dos recursos existentes em diferentes centros de cálculo pelos respectivos grupos de utilizadores. Deste modo o utilizador de um dado centro de cálculo pode ter acesso não só às máquinas desse centro mas também a um conjunto de máquinas de outros centros e ao software que aí se encontra desenvolvido.

Por último refira-se a grande divulgação que a utilização de computadores digitais está a ter não só pela comunidade científica mas também por largas camadas da população em geral. Isto é uma consequência directa da miniaturização e baixo preço de venda dos microcomputadores. Prevê-se que esta divulgação se acentue significativamente nesta e na próxima década, o que pode implicar que se assista a médio prazo a uma modificação significativa da organização do trabalho, devido à generalização da automação nos mais variados domínios.

BIBLIOGRAFIA

1 — **J.L. Baer:** "Computer Systems Architecture". Ed. Computer Science Press, 1980.

2 — **J. Hayes:** "Computer Architecture and Organization". Ed. Mc Graw Hill, 1980.

3 — **D.J. Kuck:** "The Structure of Computersand Computation" (volume I). Ed. Wiley, 1978.

4 — **C. Weitzman:** "Distributed Micro/minicomputer Systems". Ed. Prentice Hall, 1980.

5 — **A.J. Casaca:** "Microcomputadores". Appla Magazine, N.º 2 e 3 (1980).

6 — "Dataflow Systems" (vários autores). Computer, February 1982.

O Processo Informático no Ensino e na Investigação (*)

CARLOS SALEMA, Eng.º Ph. D., Prof. Cat.

Apresentação

Procurar-se-à, nesta breve comunicação, fazer a história da evolução da informática no ensino superior, em particular no ensino da engenharia, e na investigação que lhe está intimamente associada.

Restringe-se, propositadamente, o âmbito do assunto ao ensino e à investigação embora se reconheça o papel relevante da informática no âmbito da administração das Escolas. Neste painel, a lacuna será preenchida por outras intervenções que abordarão, específicamente, o papel da informática na administração.

A informática atingiu uma importância tal que já não é possível ignorá-la, ou sequer, deixá-la para os outros. A sua evolução tem sido tão rápida e o seu impacto na vida da sociedade de tal modo crescente que, não constitui exagero afirmar que, em breve, não será possível a sua independência se não dominar capazmente esta nova tecnologia.

Introdução

Para citar um conhecido aforismo o ensino da Engenharia sem a informática é como um jardim sem flores. Assim como não é hoje em dia concebível que num curso de Engenharia esteja ausente uma ou mais cadeiras de Análise Matemática não é também concebível um curso de Engenharia nem, atrevo-me a dize-lo, qualquer outro curso superior, sem uma ou mais cadeiras de Informática.

Na utilização da Informática no Ensino e na Investigação da Engenharia podem descortinar-se cinco fases que, normalmente, se escalonam ao longo do tempo, embora por vezes se interpenetrem, e que correspondem ao que será aqui designado por Processo Informático.

Passarão, agora, a apresentar-se as características principais das diferentes fases do processo informático, indicando, para cada uma das fases, as condições necessárias para a sua efectivação e exemplificando cada caso com a sua situação passada e futura do Instituto Superior Técnico.

Primeira Fase

A primeira fase, que em alguns cursos poderá ser a única que interessa atingir, caracteriza-se pela capacidade de aplicação das ferramentas informáticas no domínio técnico ou científico do utilizador. Esta fase é normalmente atingida com a frequência de cadeiras de Introdução aos Computadores e Programação, em geral ao nível dos primeiros anos da licenciatura, nas quais se incluem descrições rudimentares dos sistemas informáticos e dos principais processos utilizados e a aprendizagem de pelo menos uma linguagem de programação de alto nível.

É condição necessária para o início desta primeira fase a existência e fácil acesso por parte de docentes, discentes e investigadores de meios de cálculo adequados.

A primeira fase foi iniciada no IST há mais de dez anos, mas esta é, infelizmente, uma situação ainda pouco frequente nas universidades portuguesas. Para avaliar a gravidade desta situação basta referir que esta primeira fase é, hoje em dia, atingida pela generalidade das escolas secundárias (e por algumas escolas primárias) dos países mais desenvolvidos.

Segunda Fase

A segunda fase do processo informático implica conhecimentos mais profundos a nível de, pelo menos, uma linguagem de programação a que se adicionam conhecimentos de outras linguagens de programação, de sistemas operativos, de organização e gestão de ficheiros sobre vários tipos de suportes. A esta fase correspondem os utilizadores mais sofisticados bem como a maioria dos responsáveis pela gestão dos sistemas informáticos.

(*) Texto de uma comunicação a apresentar ao painel A INFORMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR integrado, nas comemorações do 70 aniversário do IST.

A segunda fase atinge-se por uma evolução gradual, a partir da primeira fase. A nível do ensino superior esta fase pode conseguir-se por dois meios:

— licenciatura especializada;

— curso de pós-graduação (a nível de mestrado).

É condição necessária para efectivação da segunda fase a disponibilidade de meios de cálculo com:

— modo de funcionamento interactivo;

— compiladores de várias linguagens superiores:

— diferentes tipos de suportes de ficheiros:

— suporte de bases de dados.

No IST esta segunda fase, foi iniciada há menos de um ano com a criação de um curso de mestrado em Engenharia de Sistemas e Computadores. Prevê-se ainda que, num futuro muito próximo, venha também e ser atingida pela via da licenciatura. De facto no âmbito da reforma curricular, que se espera possa vir a iniciar-se no próximo ano lectivo (1982/83), existitá no Curso de Engenharia Electrotécnica um ramo de Sistemas Digitais e Computadores.

As condições necessárias à efectivação desta segunda fase não foram ainda criadas directamente a nível do IST. Foi porém possível o início desta fase graças a um conjunto de circunstâncias favoráveis de que se referem pela sua relevância:

— a existência de um pequeno computador HP1000, no Centro de Análise e Processamento de Sinais (CAPS) do Complexo Interdisciplinar I do Instituto Nacional de Investigação Científica (INIC), obtido como contrapartida de um contrato de investigação aplicada;

— a existência de um pequeno computador HP1000 no Departamento de Engenharia de Máquinas;

— a criação do Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores (INESCO) que veio permitir a muitos dos docentes do Departamento de Engenharia Electrotécnica do IST envolvidos nos ramos das Telecomunicações e Informática dispor de meios muito consideráveis (em instalações, meios de cálculo e laboratórios de circuitos digitais).

Espera-se que com a criação do Centro de Informática do Instituto Superior Técnico (CIIST) integrando o actual Centro de Cálculo das Universidades de Lisboa (CCUL) e o Serviço de Processamento de Dados (SPD) do IST sejam atingidas na sua totalidade as condições necessárias para a completa implementação da segunda fase. A concretização do Complexo de Informática da Universidade Técnica de Lisboa (CIUT) virá permitir não só a partilha e difusão das experiências das diferentes escolas mas também a partilha de equipamento com o consequente aumento das taxas de utilização.

Terceira fase

Na terceira fase do processo informático há já que distinguir dois aspectos: o do "hardware" e o do "software".

A nível de "hardware" a terceira fase caracteriza-se pelo conhecimento, compreensão e capacidade de projecto dos diferentes circuitos electrónicos que constituem um sistema informático.

A nível de "software" atinge-se agora a capacidade de elaboração de:

— "drivers" não previstos no sistema operativo, para periféricos mais ou menos exóticos;

— "packages" complexos nos domínios, por exemplo, das bases de dados, das aplicações gráficas, das telecomunicações e do teleprocessamento e das redes de cálculo.

A terceira fase do processo informático já só é atingível a nível de uma especialização acentuada, pelo que representa uma diferença qualitativa importante em relação à fase anterior. Note-se que é na terceira fase que pela primeira vez aparece a distinção entre "hardware" e "software", já que as duas primeiras fases se limitaram ao "software".

As condições necessárias para esta terceira fase são, a nível do "software" sensívelmente as mesmas já referidas para a segunda fase. Quanto ao "hardware" tornam-se agora necessários os laboratórios de electrónica digital, de circuitos digitais e de computação.

No IST atingiu-se parcialmente esta terceira fase embora com as dificuldades inerentes falta de meios de cálculo (já referidas) e de equipamento laboratorial. Uma mais completa realização dos objectivos propostos, a nível desta fase, será certamente atingido quando se concretizarem:

— a reforma curricular (atrás referida);

— o reequipamento dos laboratórios, uma vez que o equipamento existente é quase nulo.

A verba estimada para o reequipamento dos laboratórios referidos não deverá ultrapassar os 15000 contos (a preços de Maio de 1982).

É a nível da terceira fase que se atinge a capacidade de manutenção (consciente e responsável) de um sistema informático tanto a nível de "hardware". Reconhecendo este facto, algumas entidades com dificuldades de recrutamento de pessoal especializado recorreram já ao IST para a realização de cursos acelerados de especialização, normalmente destinados a indivíduos já licenciados. Parece assim não oferecer dúvidas a necessidade da implementação da reforma curricular e do reequipamento dos laboratórios.

Quarta Fase

A quarta fase do processo informático distingue-se das anteriores porque nela se atinge a capacidade de projecto de novos sistemas, incorporando elementos disponíveis no mercado. Normalmente a capacidade de projecto inicia-se a nível de subsistemas, isto é, de unidades centrais, unidades de disco, de banda magnética, terminais, etc..

As condições necessárias para esta fase incluem as necessárias para as fases anteriores mais:

— os meios humanos, sob a forma de:

— responsáveis de projecto (técnicos altamente especializados, em muitos casos providos já do grau de doutor);

— executantes qualificados, motivados e com tempo disponível, em geral assistentes a preparar o seu doutoramento;

— meios laboratoriais;

— verbas para aquisição de componentes.

No IST, não se atingiu ainda a quarta fase do processo de informatização. Reuniram-se porém, e já, as con-

dições mais difíceis de obter — os meios humanos. O Departamento de Engenharia Electrotécnica dispõe hoje de mais de 6 doutorados e de 20 assistentes em condições de poderem vir a formar a equipe de projecto.

Quanto aos meios laboratoriais e às verbas elas não são sequer tão vultuosas como vulgarmente se julga. Para um minicomputador de 16 bits, considera-se possível projectar, construir um prototipo, testar uma Unidade Central e construir o "software" de base que permita a utilização de sistemas operativos populares (tipo UNIX) utilizando os recursos humanos existentes, permitindo a elaboração simultânea de várias teses de doutoramento num prazo de 3 anos e com uma verba para meios laboratoriais e para aquisição de componentes não superior a 30000 contos (a preços de Maio de 1982).

Para que a afirmação anterior não seja mal entendida convem salientar que não se trata de produzir um sistema comercial capaz de competir num mercado aberto e muito competitivo como é o da informática (em alguns países). Isto até poderia acontecer, embora a probabilidade de se vir a verificar não ser elevada. O que se pretende com um projecto como este é conhecer profundamente e dominar a tecnologia evitando as situações de dependência tecnológica tantas vezes precursoras de outros tipos de dependências bem mais aparentes e menos agradáveis.

A quarta fase do processo informático não é indispensável a capacidade de projecto de circuitos integrados com muito elevado nível de integração (circuitos VLSI), embora esta capacidade possa ser uma ajuda. Refere-se este facto porque, também aqui, se encontram espalhadas certas ideias (certamente muito cómodas para quem as espalha) tais como:

— não é possível "apanhar" os países técnicamente mais evoluídos;

— não é económico competir no fabrico de circuitos VLSI com os fabricantes já estabelecidos;

— é indispensável um mercado a nível mundial para se ter sucesso na comercialização dos circuitos VLSI, etc..

Estas ideias têm todas um fundo de verdade. O que acontece, porém, e que não é do conhecimento geral e que:

— no preço destes circuitos o custo do projecto atinge (e até ultrapassa) os 70%;

— o projecto pode ser realizado onde haja "know-how" e capacidade de cálculo;

— muitos (ou mesmo todos os fabricantes) executam circuitos projectados por outros.

Ora, a capacidade em meios humanos e de cálculo para o projecto de circuitos de VLSI já existe, hoje, no IST (através do INESC).

Quinta fase

A quinta fase do processo informático atinge-se com a comercialização dos sistemas informáticos.

Repare-se que esta quinta fase não é exclusivo dos países com mercados de grandes dimensões, como frequentemente se afirma. Para o comprovar basta referir a Noruega, com apenas 4,5 milhões de habitantes, membro da EFTA mas não da CEE, que atingiu já (e com apreciável sucesso) esta fase do processo informático.

Importa salientar que, se o atingir da quinta fase do processo poderá só ser justificado em face de aturados estudos económicos, a entrada na quarta fase é uma questão de sobrevivência nacional a um prazo que poderá ser mais curto do que muitos julgam.

Conclusões

Descreveu-se, ao longo desta comunicação, o processo informático e referiu-se a importância, como factor de sobrevivência nacional, de atingir a capacidade de projecto de novos sistemas.

Demonstrou-se que o IST deu provas de vitalidade, de competência e capacidade técnica para justificar ser o local indicado para iniciar, em Portugal, o projecto de uma unidade central (CPU).

Mostrou-se ainda que o domínio da tecnologia da informática, ao nível da quarta fase do processo informático, nem sequer é caro.

Resta esperar, de quem tem o poder de transformar as potencialidades em realidades, pondo à disposição os meios materiais necessários, que o faça.

A Informática na Gestão do Instituto Superior Técnico

C. A. F. VARANDAS, Ex-Pres. do Conselho Directivo.
ex-coordenador do SPD do IST.

J. L. B. M. FONSECA, Analista-Chefe do SPD do IST.

1 — INTRODUÇÃO

A utilização da informática na gestão do Instituto Superior Técnico (IST) começou a efectuar-se no início do ano lectivo de 1971/72. De facto, a instalação do computador IBM 360/44 no então Centro de Cálculo da Universidade Técnica de Lisboa (hoje Centro de Cálculo das Universidades de Lisboa (CCUL) e a crescente complexidade da gestão da Escola, levaram o Director do IST a criar um núcleo de informática (mais tarde designado por Gabinete de Processamento de Dados (GPD) encarregado de proceder ao desenvolvimento de aplicações que permitissem a execução mecanográfica de tarefas administrativas que até essa data vinham a ser executadas manualmente.

Este núcleo foi constituído por três funcionários com conhecimentos de informática que trabalhavam nos serviços administrativos da Escola e que passaram a exercer funções no GPD no regime de tempo parcial.

As primeiras aplicações que foram desenvolvidas estavam relacionadas com a Secretaria: emissão de pautas e de certidões. Este facto foi sintomático: o crescente número de alunos (Fig. 1) e o praticamente constante número de funcionários da Secretaria, começaram a conduzir a uma situação de ruptura que se manteve praticamente até 1980. Posteriormente, em 1974, começou-se a proceder à elaboração das folhas de regências e de abono de família e, em 1977, das folhas de vencimentos, limitando-se, neste caso, o computador a "escrever" os valores previamente calculados pela Contabilidade.

Durante largos anos (em nossa opinião muitos) o GPD continuou a trabalhar quase exclusivamente nestas aplicações. A não existência legal do serviço com o consequente quadro de pessoal, a não existência de

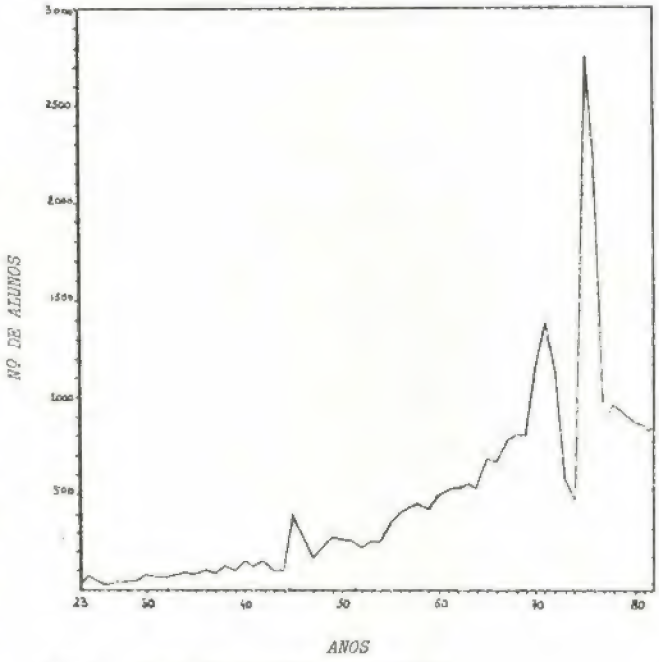


Fig. 1 — Evolução do ingresso de alunos

carreiras de informática na Função Pública, a crescente oferta de empregos no sector privado e o "medo" ou falta de perspectiva dos órgãos dirigentes do IST conduziram ao quase desaparecimento do GPD, uma vez que os seus funcionários foram rescindindo os seus contratos (Fig. 2).

Em 1978, em face da grave situação dos serviços administrativos e na impossibilidade de contratar funcionários para estes serviços, o Conselho Directivo decidiu reestruturar o GPD, criando o Serviço de

Processamento de Dados (SPD) e propondo a aprovação do quadro de pessoal indicado na TAB I.

Em Dezembro de 1981, e em resultado da instalação de terminais nos serviços administrativos, esta equipa foi alargada com a criação de quatro novos lugares de Operador de Registo de Dados.

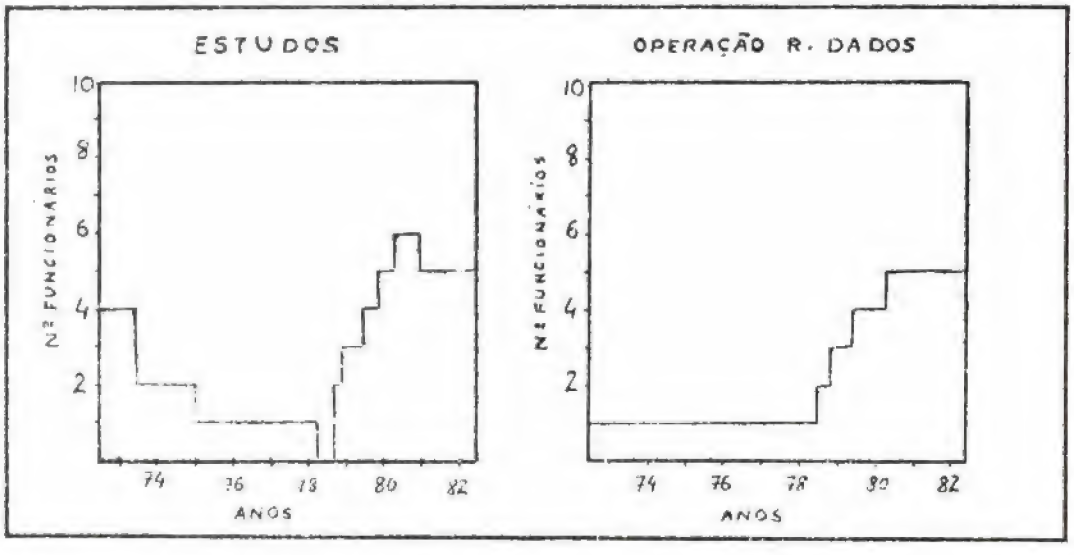


Fig. 2 — Evolução do número de funcionários de informática do IST

NÚMERO DE LUGARES	CATEGORIA
1	Analista-Chefe
1	Analista de 1.ª Classe
1	Programador Principal
1	Programador de 1.ª Classe
1	Programador de 2.ª Classe
1	Programador
1	Operador
1	Monitor
2	Operador de Registo de Dados

TAB I — Quadro previsto em 1978 para o SPD

COM VÍNCULO A FUNÇÃO PÚBLICA	12	Quadro Geral Adidos	5
		Serviços do IST	6
		Outros organismos	1
SEM VÍNCULO	1		

TAB II — Origem dos funcionários do SPD

2 — O RECRUTAMENTO DO PESSOAL

Da análise da TAB II concluimos que a maioria dos funcionários do SPD já tinha vínculo à Função Pública (92%) e, inclusivamente, já trabalhava no IST (50%) antes de passarem a exercer funções no SPD. Este facto é extremamente importante numa altura em que se diz existirem excedentes na Função Pública. A experiência do SPD mostra que, mediante a realização de uma conveniente formação, é possível (e até desejável) reconverter funcionários administrativos para a carreira de informática. Saliente-se, finalmente, que para que isso se continue a verificar é necessário proceder a alterações pontuais do Decreto-Lei 110-A/80, de 10 de Maio.

3 — O EQUIPAMENTO INFORMÁTICO

O IST não dispôs, até à presente data, de qualquer unidade central de processamento própria, pelo que tem vindo a utilizar o equipamento do CCUL, o qual apenas funciona no regime de "batch".

Para conseguir o processamento em regime interactivo, em 1980, o IST assinou um convénio com o Instituto Nacional de Estatística (INE) mediante o qual passámos a utilizar o equipamento desta instituição (UNIVAC 1100/11). Para isso, o IST adquiriu um sistema UTS 400 constituído por um controlador (com 24 kbytes), 6 ecrans, duas unidades de diskettes e uma impressora (de 200 caracteres por segundo).

4 — O MODELO INFORMÁTICO DO IST

As aplicações desenvolvidas pelo SPD visaram a criação de um sistema integrado abrangendo as grandes áreas de gestão do IST (Anexo I). Assim foram criados os seguintes ficheiros:

a) De pessoal contendo todos os dados fixos dos funcionários (Seq-Ind (*), com 2100 registos de 2254 bytes).

b) Alunos contendo todos os dados possíveis desde o aluno n.º 1 do IST (Seq-Ind, com 27.000 registos activos de 650 bytes).

c) Histórico de vencimentos contendo todos os dados relativos aos funcionários desde 1979 (Seq-Ind, 5000 registos de 4 bytes).

d) Dicionário contendo todas as tabelas necessárias (Seq-Index, 3000 registos de 82 bytes).

e) Provimentos que contêm todos os movimentos de contratação, licenças sem vencimento, equiparações a bolseiro, férias sabáticas, serviço militar, requesições, destacamentos, comissões de serviços, etc. (Seq-Ind, 6000 registos de 87 byres).

f) Execução orçamental contendo todos os dados relativos a duodécimos, requesições de fundos, receitas, despesas e verbas atribuídas a Departamentos e/ou Secções (Seq.-Ind., 12.000 registos de 101 bytes).

g) Curriculum dos alunos com todos os lançamentos de notas nos livros de termos desde 1971 (Seq (**), 130.000 registos de 24 bytes).

Estes ficheiros foram criados no equipamento do CCUL e posteriormente reconvertidos para o equipamento do INE. São actualmente accionados por funcionários sem quaisquer conhecimentos de informática e permitem obter a maioria dos dados e estatísticas necessárias à gestão e à realização mecanográfica de uma boa parte das tarefas administrativas.

Sem pretendermos proceder à enumeração exaustiva de toda a produção existente (Anexo II) passaremos a enunciar em seguida os objectivos dos principais grupos de aplicações:

a) **Assiduidade**

Procede-se ao tratamento mecanográfico dos dados obtidos através do relógio de ponto.

b) **Vencimentos**

A partir dos registos existentes nos ficheiros e dos dados fornecidos pela Contabilidade sobre as prestações complementares, procede-se ao cálculo dos vencimentos dos funcionários e à emissão de todos os elementos necessários ao pagamento através do sistema de transferência de conta bancária e ao cumprimento da legislação em vigor.

c) **Execução Orçamental**

A partir dos duodécimos, requesições de fundos, receitas e despesas procede-se ao cálculo das verbas existentes ou gastas por rubrica do Orçamento Geral do Estado e/ou por Departamento ou Secção da Escola.

d) **Cabimento de Verba**

Este conjunto de aplicações permite conhecer a situação orçamental das rubricas de pessoal, face a compromissos assumidos ou a alterações previsíveis.

e) **Actos Eleitorais**

Procede-se à elaboração dos cadernos eleitorais para as eleições dos órgãos de gestão da Escola, dos Departamentos e da Associação de Estudantes.

f) **Estatísticas**

Este conjunto de aplicações procede à emissão de estatísticas, relações, e/ou autocolantes com diversas informações de alunos e funcionários, por cada campo do registo.

g) **Alunos**

Para além de um conjunto muito variado de estatísticas é possível ainda proceder à emissão de pautas e ao cálculo das médias finais.

5 — PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS AO EXTERIOR

O IST tem colocado as aplicações desenvolvidas no SPD à disposição das restantes Escolas da Universidade Técnica de Lisboa (UTL) e das outras Universidades do País. Infelizmente, pelo que isso representa de dispêndio de meios humanos e materiais, tal oferta não tem sido aproveitada. No que diz respeito às restantes Escolas da UTL os contactos limitam-se a uma reunião com os funcionários dos respectivos serviços de Contabilidade. Com a Universidade do Porto, existiram contactos para a implementação das aplicações de vencimentos e, com a Universidade de Coimbra, para a implementação das aplicações de pautas.

Paralelamente o SPD fez trabalhos para a Polícia de Segurança Pública (elaboração de um caderno de encargos e apreciação das propostas relativas à aquisição de equipamento informático para a sua Secção de Armas) e para o Centro de Documentação Científica e Técnica do INIC. Este trabalho consiste na elaboração do catálogo colectivo de publicações periódicas de carácter científico e técnico.

6 — ANÁLISE DA ACTIVIDADE DESENVOLVIDA

A actividade desenvolvida pelo SPD ao longo destes anos pode ser considerada como positiva, tendo contribuído para o aumento da eficácia dos serviços administrativos e para a melhoria da qualidade da gestão da Escola. A título de exemplo citamos os seguintes factos:

(I) — Em 1978, e através do controlo do serviço docente e do regime contratual dos docentes, foi possível recuperar a verba necessária à contratação de 50 novos docentes.

(II) — Em 1979, o IST pode ser a primeira Escola a aplicar o Estatuto da Carreira Docente Universitária.

(III) — Foi possível normalizar os serviços de Contabilidade e Secretaria e iniciar a informatização da Secção de Pessoal e da Biblioteca.

(IV) — Foi possível detectar fraudes no lançamento dos livros de termos, uma das quais originou um

(*) Sequencial Indexado
(**) Sequencial

inquérito à Secretaria do IST e investigações por parte da Polícia Judiciária.

(V) — Foi possível proceder ao controlo de assiduidade dos funcionários não docentes, através do sistema de relógio de ponto.

(VI) — Conseguiram-se níveis de execução orçamental superiores a 99,9%.

A actividade do SPD foi, no entanto, prejudicada por alguns factos externos à própria Escola. De entre eles, os mais importantes foram:

— o equipamento informático
— a não existência de quadro de pessoal
— a legislação vigente

As limitações do parque informático do CCUL e o crescente número de avarias tem vindo a criar situações delicadas que, apesar da colaboração dos dirigentes e funcionários do CCUL, originam uma permanente insegurança sobre o futuro. Por outro lado, o custo da utilização do equipamento do INE não permite, devido ao exíguo orçamento do IST, uma maior utilização deste equipamento. Este problema deverá ser resolvido:

(I) — A curto prazo, através da instalação no CCUL do sistema IBM 4331/J01, adquirido através de um convénio celebrado entre o IST, o INIC e o Ministério da Educação e das Universidades.

(II) — A médio prazo, através da instalação do equipamento previsto para o nó oriental do Complexo Informático da Universidade Técnica de Lisboa (CIUT).

Como já dissemos anteriormente, a não existência de quadro de pessoal e de regulamentação das carreiras de informática conduziram ao quase desaparecimento do GPD. Infelizmente estes problemas ainda não foram resolvidos: Apesar de ter sido publicado o D.L. 110-A/80 que regulamenta as referidas carreiras e deste diploma estipular que "no prazo de 90 dias os serviços procederão à adaptação dos seus quadros de pessoal e à reclassificação dos funcionários". Tal ainda não se verificou no MEU, apesar do respectivo projecto de Decreto estar concluido desde Dezembro de 1981. É uma situação incrível pois não é possível desenvolver um trabalho coerente sem uma equipa informática estável e com grande espírito de sacrifício, o que não se pode esperar de funcionários tão injustamente contratados e remunerados (TAB III).

CATEGORIA ACTUAL	CATEGORIA DE ACORDO COM O DL 110A/80	DIFERENÇA MENSAL (CONTOS)
Analista Chefe	Assessor Informático	7.4
Analista de 1.ª Classe	Analista de Sistemas Principal	5.9
Programador Principal	Programador de Aplicações Principal	5.9
Programador de 2.ª Classe	Programador de Aplicações de 2.ª Classe	5.9
Mecanógrafo de 3.ª Classe	Programador de Aplicações de 2.ª Classe	12.0
3.º Oficial	Monitor	6.0
Catalogadora de 2.ª	Monitor	10.1
Terceiro Mecanógrafo	Monitor	8.7
Servente Assalariada	Operadora	7.9

TAB III — Diferença mensal entre os vencimentos actuais e futuros dos funcionários do SPD

A legislação vigente constitui igualmente uma séria limitação sobretudo nas aplicações relativas à Secretaria. A legislação sobre inscrições, a tardia colocação dos alunos do 12.º ano e a morosidade das transferências dos alunos que fazem os preparatórios na Faculdade de Ciências impedem a emissão de pautas e a previsão do número de turmas antes do início das aulas. A legislação sobre livros de termos obriga a um sistema pesado, desprovido de segurança, e impossível de informatizar sem cairmos numa duplicação de processos. Infelizmente neste domínio, as sugestões do IST não têm sido contempladas pelo MEU não se prevendo a curto prazo a resolução deste problema.

7 — PERSPECTIVAS FUTURAS

Se se concretizar a criação do Centro de Informática do Instituto Superior Técnico (CIIST), com a consequente criação de um quadro de pessoal e reclassificação dos funcionários, e a aquisição do material previsto para o CIUT, a experiência adquirida ao longo destes anos permite-nos afirmar que o IST passará a dispor de um Centro de Informática com enormes potencialidades. Estas potencialidades deverão ser aproveitadas na formação de pessoal e no desenvolvimento de aplicações nas restantes Escolas e Universidades do País.

Para terminar gostaríamos de formular três votos:

(I) A criação do CIUT não deverá tirar qualquer autonomia ao CIIST. O CIUT deverá ser uma simples comissão coordenadora da actividade informática da UTL. Os meios humanos e materiais deverão pertencer aos Centros locais, directamente dependentes dos órgãos de gestão das respectivas Escolas.

(II) Deverá ser criada uma comissão, a nível da Direcção Geral do Ensino Superior, encarregada de proceder à coordenação da actividade dos vários Centros, de modo a evitar o desenvolvimento das mesmas aplicações.

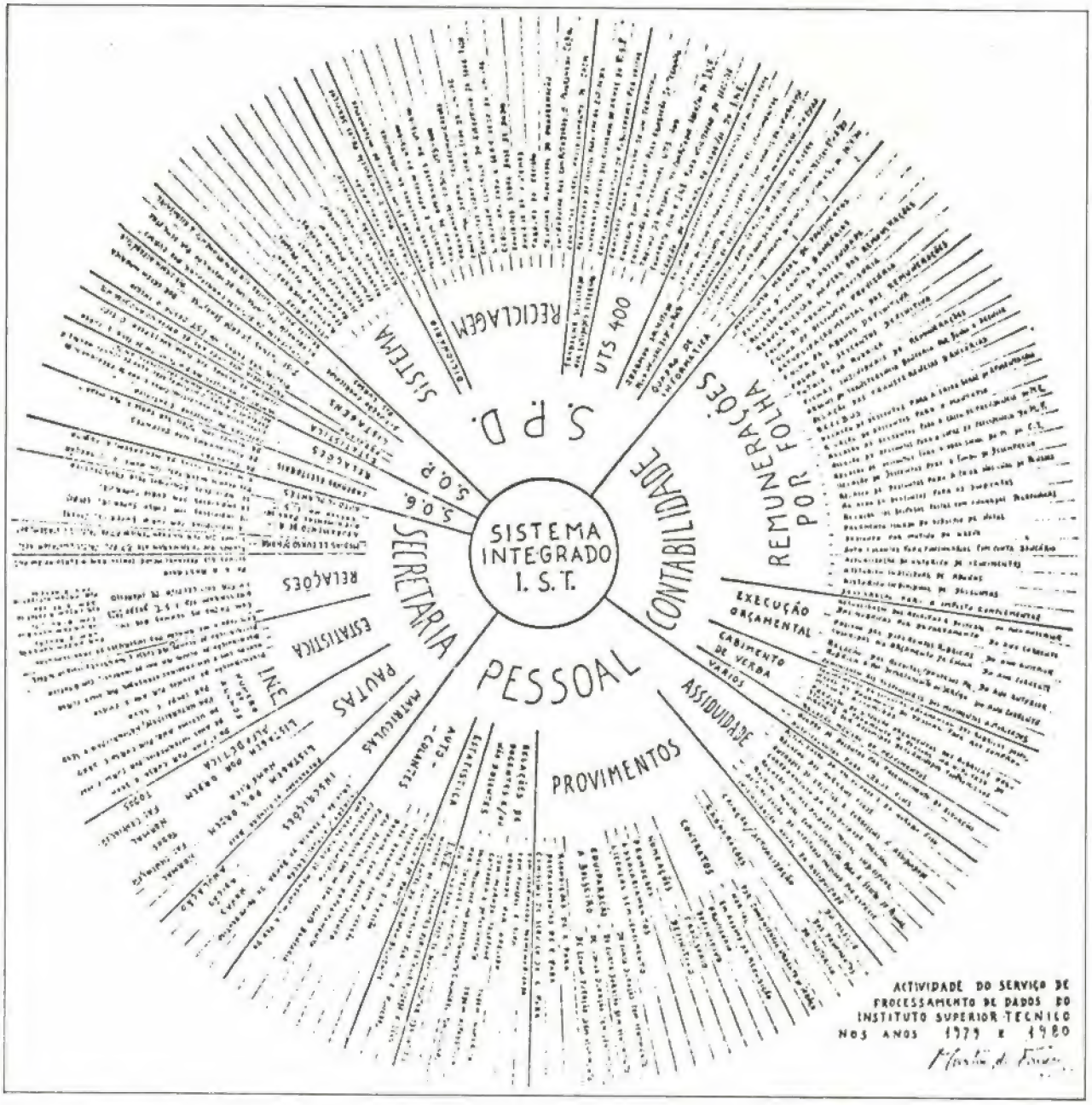
(III) Deverá ser previsto um esquema de

financiamento do CIIST (que poderá passar pelo pagamento de todos os serviços efectuados) que permita criar verbas próprias para o reequipamento do Centro no fim da "vida média" do equipaamento que agora vai ser instalado.

Agradecimentos *— Os autores agradecem a colaboração dos funcionários do SPD e do CCUL, em especial da Fátima Fernandes e do João Chasqueira responsável pela dactilografia e execução gráfica deste trabalho.*

ANEXO I

O MODELO INFORMÁTICO DO IST



ANEXO II
Relação da Produção do SPD

(Com indicação da periodicidade (*)
e das áreas de gestão que serve (**)

1 — Assiduidade

Relação dos períodos fixos do pessoal não docente, por dia de semana (M-SP).
Relação da assiduidade mensal individual (M-SP, FND).
Extracto da situação mensal individual e anual individual (M-SP, FND).
Primeira relação de assiduidade com elementos que interessam à Secção de Pessoal (M-SP).
Segunda relação da assiduidade com elementos que interessam à Secção de Pessoal (M-SP).
Primeira relação de assiduidade com elementos que interessam à Contabilidade (M-C).
Segunda relação de assiduidade com elementos que interessam à Contabilidade (M-C).
Coeficientes de indisponibilidade dos funcionários não docentes por doença, falta injustificada, Art.º 4.º, Nojo, Lic. s/vencimento, etc. (A-SP).
Histórico da assiduidade individual, mês a mês (P-SP, C).

2 — Vencimentos

Utilização de terminais que permitem em regime interactivo, através da utilização por funcionários sem quaisquer conhecimentos de informática, mas devidamente credenciados, obter informação pormenorizada e actualizada de quaisquer remunerações ou descontos do pessoal docente ou não docente, de qualquer mês desde Janeiro de 1979, assim como outros dados relacionados com os vencimentos tais como datas de mudança de categoria, de regime, número de contribuinte, etc. (D-C, CD).
Relação de contas bancárias (M-C).
Regularização mensal das remunerações (M-C).

Folha de abonos provisória (M-C).
Folha de descontos provisória (M-C).
Totais por rubrica provisório (M-C).
Folha de abonos definbitiva (M-C).
Folha de descontos definitiva (M-C).
Totais por rubrica definitiva (M-C).
Fichas individuais de remunerações (M-C).
Ordens de transferências bancárias (M-C).
Relação das transferências bancárias (M-C).
Emissão de recibos acompanhados de comunicação individual para pagamento de contas de utilização do telefone ou outras de interesse individual (M-C).
Relação geral de descontos para a Caixa Geral de Aposentações (Se-C).
Relação de descontos para a Caixa Geral de Aposentações (Só as alterações) (M-C).
Relação Geral dos descontos para o Montepio (Se-C).
Relação dos descontos para o Montepio (só as alterações) (M-C).
Relação de descontos para a Caixa de Pevidência do Ministério da Educação (M-C).
Relação de descontos para o Cofre de Previdência do Ministério das Finanças (M-C).
Relação de descontos para a Obra Social do Ministério da Cooperação Interterritorial (M-C).
Relação de descontos para o Fundo de Desemprego (M-C).
Relação de descontos para a Caixa Nacional de Pensões (M-C).
Relação de descontos para o Sindicato dos Professores (M-C).
Relação de descontos para o Sindicato dos Trabalhadores da Função Pública (M-C).
Relação individual das despesas feitas com chamadas telefónicas (M-C).
Pagamento isolado do subsídio de Natal e respectivas relações (P-C).
Autocolantes para envio de recibo aos funcionários com conta bancária (M-C).
Histórico individual de abonos (S-C).
Histórico individual de descontos (S-C).
Declaração para o imposto complementar (S-F).

3 — Execução Orçamental

Utilização de terminais que permitem em regime interactivo, através da utilização por funcionários sem quaisquer conhecimentos de informática, mas devidamente credenciados, obter informação sobre as diferentes rubricas inseridas no orçamento da Escola e a posição das mesmas após o lançamento de novos despachos autorizados (D-CD, C).
Relação dos lançamentos de actualização das receitas e despesas das rubricas por Departamento (S-CD, C)
Posição das diferentes rubricas inseridas no Orçamento da Escola (S-CD, C).
Relação das receitas/despesas e sua descrição por Rubrica e por Departamento, Secção ou Serviço (S-CD, C).
Comunicação aos responsáveis, dos movimentos autorizados (S-D, Se).

(*) D — Diário; S — Semanal; Qu — Quinzenal; M — Mensal; Se — Semestral; A — Anual; P-A Pedido

(**) SP — Secção de Pessoal; S — Secretaria; SOG — Secretaria dos Ógãos de Gestão; C — Contabilidade; SOP — Serviço de Organização Pedagógica; FND — Funcionários não Docentes; F — Funcionários; D — Departamentos; Se — Secções; CD — Conselho Directivo

4 — Cabimento de Verba

Conhecimento da situação orçamental das Rubricas destinadas ao pagamento do pessoal docente e não docente, face aos compromissos assumidos (P-CD, C)
Previsão da situação orçamental das Rubricas destinadas a pagamento a pessoal na hipótese de vitem a ser assumidos determinados compromissos (P-CD, C).
Relação mensal de provimentos (M-C).

5 — Produção de Autocolantes

Para o Cartão do Relógio de Ponto (Qu-SP).
Docentes e/ou não docentes com direcção (P-Se).
Docentes e/ou não docentes com departamento / / secção (P-Se).
Docentes e não docentes com conta bancária (M-C).
Com qualquer tipo de mensagem (P-Se).
Para alunos inscritos no ano lectivo em curso (P-S).
Membros do Conselho Científico (P-SOG).
Por disciplinas dirigidas ao responsável da mesma (P-Se).
Docentes e/ou não docentes por Departamento ou Secção (P-D).

6 — Relações de Funcionários

Relação de funcionários com informação pormenorizada (P-SP).
Relação de funcionários ordenada por apelido (P-Se).
Relação de funcionários com morada, telefone, categoria e Departamento, ordenada por número de processo ou alfabeticamente (M-Se).
Relação de funcionários docentes e/ou não docentes por Departamentos e Secção (P-Se).
Relação de funcionários docentes e/ou não docentes por categorias com total por categoria (P-Se, CD).
Relação de funcionários com ou sem conta bancária (P-C).
Relação de docentes que atingiram a idade de serviço militar obrigatório (P-SP).
Relação de funcionários por data de nascimentos (P-SP).
Cadernos eleitorais para docentes (P-SOG).
Cadernos eleitorais para não docentes (P-SOG).
Cadernos eleitorais para professores (P-SOG).

7 — ESTATÍSTICAS SOBRE FUNCIONÁRIOS

Estatísticas de docentes por Departamento/Secção, Categoria e Regime (P-SP).
Estatística de docentes por regime — Departamento / / Secção e Categoria (P-SP).
Estatística de funcionários por categorias (P-Se, CD).
Estatística de funcionários por tipo (P-SP).
Estatística de funcionários por idade (P-SP).
Estatística de funcionários por habitação (P-SP).
Estatística de funcionários com e sem conta bancária (P-C).
Estatística de funcionários por vínculo (P-SP).
Estatística de funcionários por função e letra (P-CD, SP)
Estatística de funcionários por função e letra (P-CD, SP).
Estatística de funcionários por função e Departamento/Secção (P-SP).
Estatística de funcionários docentes e não docentes por regime, função categoria, idade e sexo (P-SP).

8 — ESTATÍSTICAS SOBRE ALUNOS

Estatística de alunos inscritos no ano lectivo por sexo, curso e ano (A-S).
Estatística de alunos inscritos no ano lectivo por sexo, naturalidade e nacionalidade (A-S).
Estatística de alunos inscritos no semestre por curso e ano (Se-SOP).
Estatística de alunos inscritos no semestre por curso, ano e tipo (Se-SOP).
Estatística de todos os alunos matriculados no IST desde 1923 por ano de matrícula, curso e respectivo gráfico (P-SOP).
Estatística por ano lectivo, curso e ano académico da frequência aulas/disciplina, avaliação de conhecimentos e resultados e mapa resumo com resultados em percentagem (P-SOP).
Estatística por curso e ano-semestre dos alunos com e sem cadeiras atrasadas (P-SOP).
Estatística de alunos por cursos e por ano superior e inferior de frequência (Se-SOP).
Distribuição de Engenheiros Técnicos por ano de 1.ª inscrição e por ano de frequência (P-SOG).
Estatística dos alunos matriculados pela primeira vez ou inscritos apenas em disiplinas do mesmo ano académico, num dado ano lectivo, distribuídos por origem, sexo e ano de estudo, obtendo-se um quadro para cada curso (P-SOP).
Estatísticas de alunos que se mantiveram no mesmo ano académico, que avançaram de ano académico, e que retrocederam de ano académico, em relação a 2 anos lectivos consecutivos quaisquer (P-SOP).

9 — RELAÇÕES DE AULAS

Listagem dos alunos que se inscreveram em determinado semestre, com todas as indicações sobre os mesmos (P-S).
Listagem por ordem numérica e/ou alfabética de todos os alunos que frequentaram o IST desde o início (P-S).
Listagem por ordem numérica e/ou alfabética dos alunos que se matricularam pela primeira vez em determinado ano lectivo (P-S).
Listagem por ordem numérica e/ou alfabética dos alunos de um determinado ano lectivo ou desde 1923 com a direcção e número de telefone (P-S).
Cadernos eleitorais, com totais por mesa e por curso (P-SOG).
Relação dos alunos que se prevê tenham terminado o curso no ano lectico anterior (A-SOP).
Emissão de pautas (Se-S).
Emissão de etiquetas para todos os alunos inscritos no ano lectivo em curso (P-S).
Cálculo das médias finais de curso (P-S).

Apuramento de requerimentos para reingresso no IST, de indivíduos com curso superior (P-S).
Apuramento de requerimentos para reingresso no IST, de indivíduos sem curso superior (P-S).
Apuramento do concurso interno para alunos admitidos pelo Serviço de Apoio ao ano propedêutico e que se enquadram nos números clausus do IST (A-S).
Previsão da frequência nas cadeiras de opção, no ano seguinte ao ano em curso (A-SOP).
Lista dos alunos que não se apresentaram ao rastreio (A-S).
Listagem de alunos a partir de um determinado número, por ordem numérica ou alfabética (P-S).
Relação dos alunos da Faculdade de Ciências que ainda não têm a sua dituação legalizada (P-S).
Listagem individual de todos os dados que constam sobre determinado aluno ou sobre determinado grupo de alunos (P-S).
Elaboração de pautas de trabalho para lançamento das notas obtidas em avaliação e exames de 1.ª e 2.ª época (P-D).
Elaboração de pautas para lançamento de notas finais de 1.ª e 2.ª época (P-D).
Listagem de alunos que se inscreveram em determinada prova, por sala de exame, e emissão de um quadro com a distribuição dos alunos pelas salas (P-D).
Elaboração de pautas reduzidas para anotação dos resultados obtidos em determinada prova, cujo input é obtido através dos cartões entregues pelos alunos (P-D).
Relação das inscrições de alunos com indicação das anomalias encontradas (Se-S).

10 — DISCIPLINAS

Elaboração da Ficha curricular (Se-S).
Elaboração das Fichas de Pré-inscrição nas disciplinas de opção (A-S).
Listagem das disciplinas ministradas em determinado semestre, ordenadas por código e/ou por ordem alfabética (P-S).
Listagem de disciplinas ordenadas por departamento e por responsável (P-D).

11 — MOVIMENTOS DE PESSOAL

Relação dos movimentos de pessoal realizados entre 2 datas quaisquer (P-CD, SP).
Relação das exonerações efectuadas durante o último mês (M-SP, C).
Relação dos contratos, nomeações, assalariamentos, promoções etc. que estão em curso durante o mês em curso (M-SP).
Relação das licenças sem vencimento iniciadas ou terminadas no mês em curso (M-SP).
Relações das equiparações a bolseiro de curta duração sem vencimento, de curta duração com vencimento, de longa duração sem vencimento e de longa duração com vencimento ocorridas durante o mês em curso (M-SP).
Relação das requesições de e para e seu fim ocorridas durante o corrente mês (M-SP).
Relação dos destacamentos de e para, e seu fim, ocorridas durante o corrente mês (M-SP).
Relação dos destacamentos de e para, e seu fim, ocorridas durante o corrente mês (M-SP).
Relação das comissões de serviço de e para, e seu fim, ocorridas durante o corrente mês (M-SP).
Relação dos inícios e fins de serviço militar ocorridos durante o corrente mês (M-SP).
Relação dos inícios e fins da licença sabática ocorridos durante o corrente mês (M-SP).

Uma Análise à Evolução do Centro de Cálculo da Universidade de Coimbra

M. J. DE MATOS BARBOSA

1 — Origem — (uma forma incorrecta)

O Centro de Cálculo da Universidade de Coimbra teve a sua origem nos fins da década de 60. Ele surgiu na sequência de um movimento da parte de alguns professores, da então Faculdade de Ciências, para o qual formaram uma comissão "ad-hoc", composta por sete elementos, cujo propósito era dotar a sua Faculdade com meios de computação automática. O então MEN, em vez de procurar criar, primeiramente, um organismo provido da necessária dotação orçamental, do indispensável quadro técnico, de instalações adequadas e só depois adquirir o equipamento correctamente dimensionado, limitou-se a distribuir ou autorizar a transferência de verbas com as quais foi possível adquirir uma configuração deficiente, baseada no Sigma-5 da Xerox Data Systems. Mas, o dinheiro concedido não dava para mais e a oportunidade era única...

2 — Configuração inicial — (aquela para que o dinheiro chegou)

Porquê uma configuração baseada no computador Sigma-5? Creio que, a razão fundamental de adquirir um Sigma-5, a seu tempo um dos sistemas, na sua gama, mais evoluídos e mais versáteis, deve-se ao facto de na referida comissão estarem integrados três professores do Departamento de Física, e serem estes que, na comissão, mais experiência tinham na utilização de meios computacionais, que haviam adquirido em universidades estrangeiras, enquanto bolseiros, estudando para o doutoramento. Deste modo, procuram uma máquina que pudesse dar apoio no processamento de trabalhos de carácter numérico em geral e, simultaneamente fazer o controlo, em tempo real, de um acelerador de partículas "vander-graph", que na mesma data havia sido oferecido pela Universidade de Manchester. Contudo, devido a causas que desconheço, ainda hoje o acelerador continua por montar e o Sigma-5 nunca foi utilizado no controlo de tempo real, daquele ou de qualquer outro instrumento. Foi assim, adquirido pela reitoria o sistema Sigma-5, não com a configuração mais adequada que permitisse explorá-lo, com a sofisticação e o potencial do seu riquíssimo software, mas apenas com uma configuração deficiente, sendo a que foi viável com os "tostões" que foi possível reunir. A configuração inicial era composta de:

— 128 k bytes de memória central (ferrite);
— 3 M bytes de memória secundária (disco cabeças fixas);
— 2 2 Unidades de bandas magnéticas (9 pistas, 800 bpis e 60 k bytes de transferência);
— 1 Leitor de cartões 200 cpm;
— 1 Unidade de leitura/saída de fita de papel (8 pistas);
— 1 Impressora de linhas (255-450 1pm);
— 1 Teletype modelo KSR-35 para controlo;
— 1 Unidade extra para mais dois níveis de interrupção externa.

Um dos pontos fortes dos sistemas Sigma-5, é sem dúvida o seu software. Contudo a configuração composta pelo hardware adquirido permitia apenas a forma mais pobre de exploração, obrigando mesmo assim, a cortar toda a sofisticação e autorização que o sistema podia oferecer. De outra maneira não restava espaço que permitisse processar trabalhos a não ser os pequenos testes dos alunos. Com os olhos postos no futuro com o hardware veio, gratuitamente, para além de variadíssimas linguagens de alto e baixo nível, "packages" matemáticas e estatísticas, DBMS, analisadores, simuladores, utilitários etc..., três sistemas para a exploração em "batch", time-sharing e tempo-real, a trabalhar separado ou conjuntamente. O grande problema é que o hardware adquirido apenas

permitia a exploração em "batch" e, mesmo assim, na forma mais primária. Com a verba concedida não era possível conseguir mais, fizeram-se então planos para em anos posteriores aumentar a capacidade do computador. Mas os planos saíram furados, pois só cerca de 7 anos depois, "com alguma ginástica", foi possível recrutar o corpo mínimo de técnicos para análise e programação, e somente 9 anos depois o MEIC concedeu verba para adquirir um novo leitor de cartões e outra unidade de disco de 3 M bytes, de cabeças fixas, depois do consórcio alemão, que dá apoio técnico ao projecto do Vale do Mondego, ter oferecido 128 k bytes de memória, igual à que existia, como compensação dos trabalhos de análise e programação que o CCUC lhe desenvolveu.

3 — Instalações — (um remedeio)

Para não fugir à regra, houve que aproveitar a oportunidade única de disponibilidade de verbas para adquirir o computador e, como tal, para conseguir instalações para o equipamento houve que improvisar. Deste modo, como na altura se encontrava em construção o novo edifício dos Departamentos de Física e Química, foi possível roubar um pedaço de área, julgada de menos necessidade, e adaptá-la para instalar o computador. Como na altura, para muitos dos responsáveis, o computador era uma mera máquina de "fazer contas" por conseguinte, o espaço cedido, foi aquele que menos interessava para outros fins, julgados certamente mais importantes. Como resultado, no espaço obtido foi possível, apenas, construir dois gabinestes com luz própria, ficando o Centro sem qualquer possibilidade de expansão. Assim, a Direcção das Instalações Universitárias (DIU), não só procedeu à adaptação do espaço para a albergar o computador e serviços afins, como também instalou todo o mobiliário incluindo o material de transcrição de dados para trabalho "off-line". A DIU veio a concluir as instalações mais de um ano depois da data prevista, e como o contrato com a Xerox Data Sistemas, previa uma multa pesada por cada dia de atraso na data combinada para a entrega do equipamento, este chegou dentro do tempo estabelecido, resultando ter que aguardar encaixotado, cerca de um ano e meio, esperando que as instalações ficassem concluídas.

4 — Pessoal Técnico na Fase inicial — (o que se pôde arranjar)

Não havendo quadro próprio houve que procurar uma solução, e a única viável foi fazer-se recrutamento de algumas pessoas para lugares ao nível de Técnicos Auxiliares, existentes nos quadros de diversos Departamentos. Estes funcionários foram reunidos junto do computador e treinados, na operação e mecanografia, e assim foi possível assegurar a Operação do equipamento. Quanto a Programadores e Analistas apenas foi autorizado recrutar uma pessoa licenciada sem qualquer experiência, mas felizmente de alta capacidade de trabalho, vindo a tornar-se um excelente profissional. Esta situação teve como resultado, grande limitações de expansão dos meios informáticos e, além disso, com a agravante de dificultar a coordenação de um serviço sem estatuto, com funcionários dependentes de outras instituições. Nestas condições os primeiros anos, após a instalação do computador, tinham de ser mesmo de fraco rendimento.

5 — Primeiras Tentativa de Institucionalização com Integração no INIC — (uma decisão acertada por motivos errados)

Estávamos em 1975, quando surgiu o primeiro movimento por parte da Secretaria de Estado do Ensino Superior no sentido de institucionalizar os Centros de Cálculo do IST das Universidades de Coimbra e Porto. Na sequência da 1.ª reunião no INIC, para esse fim, saíram propostas que foram enviadas às referidas instituições para discussão. O IST acabou por aceitar a institucionalização proposta, mas Coimbra e Porto recusaram-se. As razões que levaram a FCUP a zafê-lo são para mim desconhecidas, mas por parte do CD da FCTUC, nessa altura composto na sua maioria por alunos, não existindo Conselho Científico, a razão invocada foi o perigo de perderem o controlo no Centro de Cálculo e não poderem fazer nada no caso deste vir a ser utilizado por instituições como a NATO. Perdeu-se assim a única oportunidade até ali oferecida pelo MEIC, para a criação de um quadro próprio e a concessão de verbas para melhorar a configuração.

6 — Anexação à Reitoria — (a única forma de sobrevivência)

Estávamos ainda em 1975 e não havendo existência legal no designado Laboratório de Cálculo Automático, as verbas concedidas pela DGE Sup. para fazer face a dispêndios com manutenção do equipamento e sua exploração, vinham sendo inseridas no Orçamento para a Fac. Cien. e Tecn. Univ. Coimbra, sendo depois o CD, a autorizar a sua utilização. Na sequência de desentendimentos sobre concessão de verbas, entre o CD da FCTUC e o MEIC, a DGE Sup. em sintonia com a Reitoria, passou a inserir as necessárias verbas, para manter os serviços do computador, no próprio Orçamento da Reitoria, com a designação do fim a que se destinam. A partir de então, o Laboratório passou a ser designado por Centro de Cálculo Automático, e para o gerir, a tempo total, foi recrutado um Director de Serviços.

7 — Novas Tentativas de Institucionalização — (inssucesso atrás de inssucesso)

Em 1976 com a entrada do Director de Serviços para gerir o CCUC, começou uma luta, ainda não terminada, para institucionalizá-lo. Várias versões foram já elaboradas, algumas conjuntamente com um adjunto do Director Geral do Ensino Superior, chegando mesmo a ser apresentadas superiormente, pelo Reitor da Universidade, mas infelizmente por razões desconhecidas nenhuma, creio, chegou a atingir sequer a Secretaria de Estado do Ensino Superior.

8 — Rede Nacional de Cálculo — (um sonho)

Após alguns anos de tentativas frustradas para se conseguir uma institucionalização, surgiu o LNETI com uma tentativa de congregar esforços para a criação de uma Rede Nacional de Cálculo que, além dos seus meios informáticos, deveria integrar os Centros de Cálculo das principais universidades portuguesas, com extensão também a outras instituições científicas e académicas como o LNEC e Academia Militar. A tentativa de liderança, em tal processo, por parte do LNETI, levou a Secretaria de Estado do Ensino Superior a convocar os reitores ou seus representantes, e as pessoas mais directamente ligadas aos Centros de Cálculo Automático para uma reunião, a fim de se analisar a situação e procurar uma alternativa às pretensões do LNETI. Dessa reunião nasceu uma Comissão, cuja finalidade era fazer o levantamento do parque informático da SEE Sup. e propor soluções para a definição e instalação dos meios informáticos a adquirir no âmbito do MEIC, particularmente na área do Ensino Superior. Esta Comissão, de que eu próprio fiz parte, procedeu a um levantamento não exaustivo mas muito completo, da funcionalidade e dos meios de cálculo de praticamente todas as instituições do Ensino Superior. O relatório foi concluído, mas por razões que desconheço parece ter sido completamente ignorado por aqueles que o solicitaram e, julgo que, desconhecido daqueles que lhe sucederam. Conjuntamente com o relatório creio ter morrido a ideia da Rede Nacional de Cálculo.

9 — De Rede e Centros Para Complexos Informáticos — (até aqui apenas mudança de nome)

Com a entrada do presente Director Geral do Ensino Superior, que tomou nas suas próprias mãos o problema da institucionalização e apetrechamento dos Centros, nasceu uma nova esperança. Contudo talvez influenciado pelo passado, começo a interrogar-me se ele irá conseguir efectivar os seus ambiciosos planos. Ainda não é tarde mas, no que toca a Coimbra, continuamos a aguardar por melhores dias.

10 — Utilização e Expansão do CCUC — (nas circunstâncias o melhor que se pode fazer)

Na tentativa de expandir a utilização do CCUC com projectos de carácter administrativo, no início de 1977, com o apoio do então Director Geral do Ensino Superior, foi-nos possível recrutar três Programadores e um Analista de Sistemas, este último apenas durante cerca de dois anos. Logo após estes terem recebido a necessária formação e treino, arrancou-se com alguns projectos na área administrativa. Entre outros, há a referir os seguintes já completados e em exploração:

a) Processamento dos salários, incluindo as comparticipações da ADSE, de todo o pessoal da Universidade de Coimbra;
b) Automatização dos sistemas de publicações periódicas, da Biblioteca Geral;
c) Catalogação automática das Teses Francesas da Biblioteca Geral;
d) Tratamento automático da informação nos processos de emparcelamentos do Projecto do Mondego;
e) Informatização do Sector de Gestão de Pessoal;
f) Tratamento informático dos procedimentos contabilísticos da Universidade.

Relativamente ao ensino da informática, para além da formação dos nossos próprios técnicos, sempre que tem surgido disponibilidade, temos efectuado cursos livres de programação para docentes, investigadores e técnicos da Universidade. Mais não se tem feito nesta área, pela dificuldade legal em abrir esta possibilidade a pessoas externas à Universidade. Pela falta de existência legal e de regulamentação próprio, o Centro não tem podido legalmente cobrar-se pela prestação de serviços ao exterior, e não lhe sendo concedido verbas para poder fazê-lo gratuitamente, o resultado só pode ser negativo, para nós e para o País. Cadeiras com conteúdo informático existem várias nas licenciaturas de Engenharia, de Matemática e Economia. Este ano foi iniciado também o curso de Mestrado em Ciências de Computação, que não informático tem apenas uma cadeira de Análise Numérica e duas de Investigação Operacional. Finalmente há a referir, que em virtude da importância que a Universidade de Coimbra representa na zona centro do País, variadíssimas instituições tem recorrido ao CCUC, a maioria das vezes para a elaboração e/ou processamento de trabalhos de carácter científico/tecnológico. De referir em particular:

a) Comissão de Planeamento da Região Centro;
b) Serviços Municipalizados de Coimbra;
c) Rodoviária Nacional;
d) I.A.M.E.I.
e) CTT
f) Instituto Geofísico;
g) Instituto Português de Oncologia;
h) Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC);
i) Instituto Politécnico de Beira Interior;
j) Direcção Geral dos Recursos Hídricos;
e) Cimentos de Souselas.

11 — Situação Actual — (vamos sobrevivendo alimentados por algumas expectativas)

a)Equipamento

O CCUC dispõe neste momento de dois computadores, um Sigma-5 e um IBM 3/10. Este último dedicado apenas ao processamento de trabalhos dos Serviços Sociais da Universidade. Os custos de manutenção e aluguer destas máquinas é elevadíssimo e por nada deste mundo justifica o dispêndio de tais verbas em duas máquinas com idade de reforma, quando com o mesmo dinheiro podemos ter, por aluguer, um computador moderno, embora de médio porte, mas com maior capacidade de processamento, maior fiabilidade e modernização. É certo, que isto procura ser apenas um remedeio, pois ficará muito aquém de poder satisfazer as necessidades de uma Universidade, da dimensão da de Coimbra, e com a expansão informática que se lhe pretende dar. Embora

esteja já a correr o processo de aquisição do necessário equipamento para a Universidade, e termos para isso a promessa da DGE Sup., não é sem alguma apreensão que aguardamos a sua concretização. Pois que, a solução que se pretende dar de imediato é apenas um remendo, e de forma alguma vem solucionar o problema informático da Universidade de Coimbra.

b) Pessoal de que o CCUC dispõe

Enquanto não for criado o complexo informático, contendo um quadro adequado às nossas necessidades, acabando com as improvisações em que vivemos, o Centro terá que sobreviver com os seguintes funcionários:

1 — Director de Serviços, que dirige.
1 — Analista de Sistemas de 1.ª classe — Apoio a trabalhos científicos no campo da estatística.
1 — Programador — Apoio a trabalhos científicos no campo da análise numérica.
1 — Analista/Programador — Trabalhos administrativos.
1 — Programador — Trabalhos administrativos.
2 — Programador de Sistema — Manutenção e apoio à exploração dos sistemas.
1 — Programador — Apoio de JCL e erros do sistema.
4 — Operadores de Computador — Servindo dois turnos
2 — Operadores de Registo de Dados.
1 — Auxiliar de Biblioteca.
1 — 1.º Oficial — Responsável pela Contabilidade e Expediente de Secretaria.
1 — Escriturário Dactilógrafo Principal.
1 — Operador de Reprografia.
2 — Serventes.

c) Tempo de utilização e n.º de trabalhos processados

O Serviço de Exploração do CCUC está em funcionamento das 08.00 às 20.00 horas todos os dias úteis. Ocasionalmente o Computador Sigma-5 para processar trabalhos de maior volume computacional, é utilizado pela noite fora e nos domingos e feriados.

Até há um ano atrás a manutenção era deficiente, o que originava por vezes, períodos de paralização total que chegaram a atingir duas e três semanas. A partir de então, as faltas que têm surgido, são nos periféricos pelo que raramente tem havido paralizações superiores a 24 horas.

Quanto ao n.º de trabalhos processados são em média:

Até 2 minutos cerca de	1 500 trabalhos/mês
de 2 a 5 minutos cerca de	400 trabalhos/mês
de 5 a 10 minutos cerca de	150 trabalhos/mês
de 10 a 30 minutos cerca de	100 trabalhos/mês
com mais de 30 minutos cerca de	70 trabalhos/mês

d) Institucionalização

Simultaneamente com a reclassificação do pessoal informático, está em curso um projecto de Decreto simples que criará o Centro de Informática da Universidade de Coimbra. Mas isto não é mais que um simples improviso para poder resolver as situações, muitas delas precárias, dos funcionários que desempenham funções informáticas e que possuem toda a qualidade de vínculo à função pública, tendo as mais diversas categorias e dependência. Isto é portanto uma situação transitória e de remedeio (esperemos que sim), até à criação do Complexo Informático, designação que parece prevalecer, e cujo projecto de Decreto se encontra em elaboração pela DGE Sup.. Fazemos votos que este projecto não venha a ficar gorado como outros no passado, que chegaram a estar em fase mais adiantada. Contudo, a sobrevivência condigna dos meios de apoio informático na Universidade de Coimbra, depende fundamentalmente da institucionalização, com as "regras do jogo bem definidas", para o seu: Complexo Informático ou Centro de Cálculo ou Centro de Informática ou Laboratório de Cálculo ou Núcleo Informático ou tudo aquilo mais pelo que já tentaram designá-lo no passado e desejem vir a designá-lo no futuro. De contrário é dar continuidade a uma situação atrofiada e complicada, que em nada enaltece a Universidade e consequentemente o MEU.

12 — Conclusão — (uma história para reflectir)

Por tudo o que aqui foi dito sobre o que têm sido os dez anos de existência do designado Centro de Cálculo da Universidade, é bem evidente a falta de apoio ao desenvolvimento que os responsáveis mais directos pelo Centro têm procurado dar-lhe. A falta de estímulo que a situação tem originado, só a "carolice" e a persistência nos tem mantido em funcionamento, que apesar de todos os contratempos e más marés alguma coisa se tem feito. Mas não tenhamos qualquer dúvida, que com os mesmos recursos poderíamos ter feito muito mais, bastaria para tal que nos deixassem trabalhar. Pois qualquer coisa, por mais insignificante, carece de autorização superior pelo que resulta, quase sempre, nunca podermos cumprir prazos e optimizar os recursos. Temos assim uma pseudo instituição, de capital importância para a Universidade, que teve um mau início, tem crescido atrofiadamente, com mais de 10 anos de vida, sem ter conseguido ainda uma existência legal.

Considerando a importância da informática no processo e no desenvolvimento da Universidade e do País, não podemos continuar a alimentar esta situação indefinida, onde impera toda a espécie de condicionalismos, que nos tem permitido somente uma existência deficiente. A institucionalização impõe-se há tantos anos, porque esperar mais. Contudo, deverá haver cuidado em torná-la o menos burocrática possível, por forma a permitir uma gestão dinâmica sem atropelos. Fundamentalmente, o número de órgãos de gestão deverá ser reduzido ao mínimo assim como o número de pessoas que o(s) integra(m). Sejamos objectivos, sejamos profissionais, acabemos com mediocridades.

BREVEMENTE À VENDA

M. de Abreu Faro
professor do IST

PROPAGAÇÃO E RADIAÇÃO
DE ONDAS
ELECTROMAGNÉTICAS

3

propagação
guiada

TÉCNICA · AEIST

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, S.A.R.L.

AV. 24 de Julho, 24 • 1200 LISBOA
Telef. 675051 • Telex 16431 CT LISB.

Delegações Porto, Casablanca, Cidade da Praia, Luanda, Macau, Maputo e Ponta Delgada.

edições técnica

LIVRARIA AEIST